

**DARANA KELLY TRAMUJAS DA SILVA**

**CRESCIMENTO DE CULTIVARES DE CANA-DE-AÇÚCAR EM  
PRIMEIRA SOCA NA REGIÃO NOROESTE DO PARANÁ NA SAFRA  
DE 2002/2003**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração em Produção Vegetal, Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciências.

Orientador: Prof. D.Sc. Edelclaiton Daros

**CURITIBA  
2005**

### Dedico

Ao meu noivo Ricardo, que de maneira muito especial, me ajudou muito no andamento do trabalho, e que nos momentos de fraqueza sabe como me reerguer e me inspirar a seguir em frente.

A minha mãe e meu padrasto, que muito mais que um pai, é um grande amigo, sempre me apoiando e me aconselhando.

E aos meus irmãos, Andreza e Rômulo, dedico, essa que é a primeira de muitas outras obras de minha vida.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por todas oportunidades que tive em minha vida, e pelas pessoas, que desde a graduação, conheci, e que muitas delas se tornaram além de mestres, amigos especiais, como a professora Fernanda Rita Aguiar Zambon, minha “mãezona”, que foi a primeira pessoa a me dar oportunidade de fazer estágio, “acreditando naquela caloura de segundo período”, e que me apresentou o professor Edelclaiton Daros, que por sua vez me fez integrante do programa “Cana-de-Açúcar”. Além desses, que sempre me deram conselhos muito além daqueles de mestres, e sim de pais, que se preocupam com seus filhos, e Claro não podia de falar do meu querido “paizão”, o professor José Luis Camargo Zambon, que sempre com carinho me atendeu e ajudou. Ao amigo Heroldo Weber, agradeço pela motivação dada em cada conversa, de um verdadeiro pesquisador, que ama o que faz. E a todos aqueles que participaram da minha formação acadêmica e pessoal.

Ao engenheiro agrônomo Ricardo Augusto de Oliveira, que foi meu colega de turma na graduação e mestrado, que principalmente na reta final deste trabalho me deu um grande apoio.

À todos os estagiários, os quais me ajudaram muito nos trabalhos a campo e de laboratório, em especial o Ricardo Costa e Felipe Pruss, que mais ajudaram.

À engenheira agrônoma Maria Emilia Kudla, que me ajudou muito na condução dos trabalhos no laboratório, tomando conta de tudo, quando eu ainda estava “perdida” no meio de tanto trabalho, e coisas novas, agradeço com um carinho muito especial.

Aos meus pais que me deram oportunidade de chegar até aqui e aos meus irmãos agradeço o apoio sempre dado, principalmente ao Rômulo, que entendeu sempre quando eu não podia brincar com ele por estar ocupada com meus trabalhos ou cansada depois de uma “jornada” em Paranavaí, obrigada meu irmãozinho, te amo muito.

E todas aquelas pessoas que não estão nominadas aqui, que de alguma forma me apoiaram, sintam-se agradecidas por mim, porque se fosse citar uma por uma faltariam páginas, graças a Deus, sempre fui rodeada de pessoas queridas.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE TABELAS .....</b>	<b>vii</b>
<b>LISTA DE FIGURAS .....</b>	<b>viii</b>
<b>LISTA DE ANEXOS .....</b>	<b>x</b>
<b>RESUMO .....</b>	<b>xi</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>xii</b>
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>01</b>
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>03</b>
2.1 CANA SOCA .....	03
2.2 PERFILHAMENTO .....	04
2.3 ANÁLISE DE CRESCIMENTO .....	05
2.4 ACÚMULO DE MASSA SECA .....	07
2.5 ÁREA FOLIAR E ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR .....	08
<b>3 METODOLOGIA .....</b>	<b>13</b>
3.1 LOCAL .....	13
3.2 SOLO .....	13
3.3 CLIMA .....	13
3.4 CULTIVARES .....	14
3.4.1 RB845210 .....	14
3.4.2 RB845197 .....	15
3.4.3 RB928064 .....	15
3.4.4 RB855113 .....	15
3.4.5 RB855536 .....	15
3.5 EXPERIMENTOS .....	16
3.6 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL .....	16
3.7 PERÍODO DE CONDUÇÃO .....	16
3.8. CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO .....	16
3.9 AVALIAÇÕES .....	17
3.9.1 ANÁLISE DESTRUTIVA .....	17
3.9.1.1 Área foliar (AF) .....	17
3.9.1.2 Massa seca (MS) .....	18
3.9.1.3 ANÁLISE DE CRESCIMENTO .....	18
3.9.1.3.1 Taxa de assimilação líquida (TAL) .....	18
3.9.1.3.2 Razão de área foliar (RAF) .....	18

3.9.1.3.3 Taxa de crescimento relativo (TCR) .....	18
3.9.1.3.4 Área foliar específica (AFE) .....	19
3.9.1.4 CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS .....	19
3.9.1.4.1 Perfilhamento .....	19
3.9.1.4.2 Folhas verdes .....	19
3.9.1.4.3 Índice de área foliar - IAF .....	19
3.9.1.4.4 Diâmetro da base do colmo .....	19
3.9.1.4.5 Estatura de planta.....	19
3.9.1.5 PRODUÇÃO.....	20
3.9.1.5.1 Toneladas de colmo por hectare – TCH .....	20
3.9.2 ANÁLISE NÃO DESTRUTIVA .....	20
3.9.2.1 Incremento de crescimento .....	20
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>21</b>
4.1 ANÁLISE DESTRUTIVA .....	21
4.1.1 ANÁLISE DE CRESCIMENTO .....	21
4.1.1.1 Taxa de assimilação líquida .....	21
4.1.1.2 Razão de área foliar .....	22
4.1.1.3 Taxa de crescimento relativo .....	23
4.1.1.4 Área foliar específica .....	24
4.1.2 CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS .....	26
4.1.2.1 Perfilhamento .....	26
4.1.2.2 Número de folhas verdes por planta .....	28
4.1.2.3 Índice de área foliar .....	30
4.1.2.4 Diâmetro da base do colmo .....	31
4.1.2.5 Estatura de planta .....	33
4.1.2.6 Distribuição de massa seca .....	34
4.1.3 PRODUÇÃO .....	37
4.1.3.1 Toneladas de colmo por hectare - TCH .....	37
4.2 ANÁLISE NÃO DESTRUTIVA .....	38
4.2.1 CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS .....	38
4.2.1.1 Número de folhas verdes por planta .....	38
4.2.1.2 Índice de área foliar .....	39
4.2.1.3 Diâmetro da base do colmo .....	41
4.2.1.4 Estatura de planta .....	42
4.2.1.5 Incremento de crescimento .....	44

4.2.2 PRODUÇÃO .....	45
4.2.2.1 Toneladas de colmo por hectare - TCH .....	45
<b>5 COMPARAÇÃO ENTRE METODOS .....</b>	<b>47</b>
<b>6 CONCLUSÕES .....</b>	<b>48</b>
<b>7 REFERÊNCIAS .....</b>	<b>49</b>

## LISTA DE TABELAS

TABELA 01 -	Número de perfilhos por metro linear, de cinco cultivares de Cana-de-Açúcar em primeira soca, sete épocas de amostragem. Análise destrutiva. Estação Experimental de Paranavaí, SCA – UFPR, 2002/2003. ....	28
TABELA 02 -	Número de folhas verdes por planta, de cinco cultivares de Cana-de-Açúcar, em primeira soca, sete épocas de amostragem. Análise destrutiva. Estação Experimental de Paranavaí, SCA – UFPR, 2002/2003. ....	29
TABELA 03 -	Índice de Área Foliar de cinco cultivares de Cana-de-Açúcar, em primeira soca, sete épocas de amostragem. Análise destrutiva. Estação Experimental de Paranavaí, SCA - UFPR, 2002/2003. ....	30
TABELA 04 -	Diâmetro médio da base do colmo de cinco cultivares de Cana-de-Açúcar, em primeira soca, sete épocas de amostragem. Análise destrutiva. Estação Experimental de Paranavaí, SCA - UFPR, 2002/2003. ....	32
TABELA 05 -	Estatuta de planta de cinco cultivares de Cana-de - Açúcar, em primeira soca, sete épocas de amostragem. Análise destrutiva. Estação Experimental de Paranavaí, SCA - UFPR, 2002/2003. ....	33
TABELA 06 -	Distribuição de massa seca de folha + bainha e de colmo, de cinco cultivares de Cana-de-Açúcar, em primeira soca, sete épocas de amostragem. Análise destrutiva. Estação Experimental de Paranavaí, SCA - UFPR, 2002/2003. ....	35
TABELA 07 -	Número de folhas verdes por planta, de cinco cultivares de Cana-de-Açúcar, em primeira soca, sete épocas de amostragem. Análise não destrutiva. Estação Experimental de Paranavaí, SCA - UFPR, 2002/2003. ....	39
TABELA 08 -	Índice de Área Foliar de cinco cultivares de Cana-de-Açúcar, em primeira soca, sete épocas de amostragem. Análise não destrutiva. Estação Experimental de Paranavaí, SCA - UFPR, 2002/2003. ....	40
TABELA 09 -	Diâmetro médio da base do colmo de cinco cultivares de Cana-de-Açúcar, em primeira soca, sete épocas de amostragem. Análise não destrutiva. Estação Experimental de Paranavaí, SCA - UFPR, 2002/2003. ....	41
TABELA 10 -	Estatuta de planta de cinco cultivares de Cana-de-Açúcar, em primeira soca, sete épocas de amostragem. Análise não destrutiva. Estação Experimental de Paranavaí, SCA - UFPR, 2002/2003. ....	43
TABELA 11 -	Incremento de crescimento, de cinco cultivares de Cana-de-Açúcar, em primeira soca, sete épocas de amostragem. Análise não destrutiva. Estação Experimental de Paranavaí, SCA - UFPR, 2002/2003. ....	44

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 01 -	Dados climatológicos de precipitação e temperatura média, no período de outubro/2002 a agosto/2003. Estação Meteorológica IAPAR / SIMEPAR, Paranavaí .	14
FIGURA 02 -	Taxa de Assimilação Líquida de cinco cultivares de Cana-de-Açúcar, em primeira soca, sete épocas de amostragem. Análise destrutiva. Estação Experimental de Paranavaí, SCA – UFPR, 2002/2003.	21
FIGURA 03 -	Razão de Área Foliar de cinco cultivares de Cana-de-Açúcar, em primeira soca, sete épocas de amostragem. Análise destrutiva. Estação Experimental de Paranavaí, SCA – UFPR, 2002/2003.	23
FIGURA 04 -	Taxa de Crescimento Relativo de cinco cultivares de Cana-de-Açúcar em primeira soca, sete épocas de amostragem. Análise destrutiva. Estação Experimental de Paranavaí, SCA - UFPR, 2002/2003.	24
FIGURA 05 -	Área Foliar Específica de cinco cultivares de Cana-de-Açúcar, em primeira soca, sete épocas de amostragem. Análise destrutiva. Estação Experimental de Paranavaí, SCA – UFPR, 2002/2003.	25
FIGURA 06 -	Número de perfilhos por metro linear, de cinco cultivares de Cana-de-Açúcar em primeira soca, sete épocas de amostragem. Análise destrutiva. Estação Experimental de Paranavaí, SCA – UFPR, 2002/2003.	27
FIGURA 07 -	Número de folhas verdes por planta, de cinco cultivares de Cana-de-Açúcar, em primeira soca, sete épocas de amostragem. Análise destrutiva. Estação Experimental de Paranavaí, SCA – UFPR, 2002/2003.	29
FIGURA 08 -	Índice de Área Foliar de cinco cultivares de Cana-de-Açúcar, em primeira soca, sete épocas de amostragem. Análise destrutiva. Estação Experimental de Paranavaí, SCA - UFPR, 2002/2003.	31
FIGURA 09 -	Diâmetro médio da base do colmo de cinco cultivares de Cana-de-Açúcar, em primeira soca, sete épocas de amostragem. Análise destrutiva. Estação Experimental de Paranavaí, SCA - UFPR, 2002/2003.	32
FIGURA 10 -	Estatuta de planta de cinco cultivares de Cana- de - Açúcar, em primeira soca, sete épocas de amostragem. Análise destrutiva. Estação Experimental de Paranavaí, SCA - UFPR, 2002/2003.	34
FIGURA 11 -	Distribuição de massa seca de folha + bainha e de colmo, de cinco cultivares de Cana-de-Açúcar, em primeira soca, sete épocas de amostragem. Análise destrutiva. Estação Experimental de Paranavaí, SCA - UFPR, 2002/2003.	36



FIGURA 12 - Toneladas de colmo por hectare, de cinco cultivares de Cana-de-Açúcar, em primeira soca, sete épocas de amostragem. Análise destrutiva. Estação Experimental de Paranavaí, SCA - UFPR, 2002/2003. ....	38
FIGURA 13 - Número de folhas verdes por planta, de cinco cultivares de Cana-de-Açúcar, em primeira soca, sete épocas de amostragem. Análise não destrutiva. Estação Experimental de Paranavaí, SCA - UFPR, 2002/2003. ..	39
FIGURA 14 - Índice de Área Foliar de cinco cultivares de Cana-de-Açúcar, em primeira soca, sete épocas de amostragem. Análise não destrutiva. Estação Experimental de Paranavaí, SCA - UFPR, 2002/2003. ....	41
FIGURA 15 - Diâmetro médio da base do colmo de cinco cultivares de Cana-de-Açúcar, em primeira soca, sete épocas de amostragem. Análise não destrutiva. Estação Experimental de Paranavaí, SCA - UFPR, 2002/2003. ....	42
FIGURA 16 - Estatura de cinco cultivares de Cana-de-Açúcar, em primeira soca, sete épocas de amostragem. Análise não destrutiva. Estação Experimental de Paranavaí, SCA - UFPR, 2002/2003. ....	43
FIGURA 17 - Incremento de crescimento, de cinco cultivares de Cana-de-Açúcar, em primeira soca, sete épocas de amostragem. Análise não destrutiva. Estação Experimental de Paranavaí, SCA - UFPR, 2002/2003. ....	45
FIGURA 18 - Toneladas de colmo por hectare, de cinco cultivares de Cana-de-Açúcar, em primeira soca, sete épocas de amostragem. Análise não destrutiva. Estação Experimental de Paranavaí, SCA - UFPR, 2002/2003. ....	46

## LISTA DE ANEXOS

ANEXO 01 - Resultados da análise de variância para o Número de folhas verdes por planta, Índice de área foliar (IAF), Estatura de planta, Diâmetro de colmo e Número de perfilhos por metro linear, de cinco cultivares de Cana-de-Açúcar em primeira soca, sete épocas de amostragem. Análise destrutiva. Estação Experimental de Paranavaí, SCA – UFPR, 2002/2003. ....	56
ANEXO 02 - Resultados da análise de variância para Massa seca de folha + bainha, Massa seca de colmo e Massa seca total, de cinco cultivares de Cana-de-Açúcar, em primeira soca, sete épocas de amostragem. Análise destrutiva. Estação Experimental de Paranavaí, SCA – UFPR, 2002/2003. ....	57
ANEXO 03 - Resultados da análise de variância para Toneladas de colmo por hectare (TCH) pelo peso real da planta e calculado por fórmula de cinco cultivares de Cana-de-Açúcar, em primeira soca, sete épocas de amostragem. Análise destrutiva. Estação Experimental de Paranavaí, SCA – UFPR, 2002/2003. ....	58
ANEXO 04 - Resultados da análise de variância para o Número de folhas verdes por planta, Índice de área foliar (IAF), Estatura de planta, Diâmetro de colmo e Incremento de crescimento, de cinco cultivares de Cana-de-Açúcar em primeira soca, sete épocas de amostragem. Análise não destrutiva. Estação Experimental de Paranavaí, SCA – UFPR, 2002/2003. ....	59
ANEXO 05 - Resultados da análise de variância para Toneladas de colmo por hectare (TCH) pelo peso real da planta e calculado por fórmula de cinco cultivares de Cana-de-Açúcar, em primeira soca, sete épocas de amostragem. Análise não destrutiva. Estação Experimental de Paranavaí, SCA – UFPR, 2002/2003. ....	60

## RESUMO

O objetivo deste trabalho foi estudar o crescimento e desenvolvimento de cinco cultivares de Cana-de-Açúcar: RB845197, RB845210, RB855113, RB855536 e RB928064, em ciclo de primeira soca, cultivadas na região noroeste do Estado do Paraná, município de Paranavaí, na safra 2002/2003. Foram realizadas sete avaliações num intervalo de 50 dias, totalizando 350 dias de ciclo da cultura. Foram utilizados dois tipos de amostragem para a coleta dos dados, sendo uma destrutiva, onde as plantas eram retiradas do campo e levadas à laboratório para serem secas e pesadas para a obtenção de suas massas secas de colmo e folhas, em cada época de amostragem, e o outro tipo foi a não destrutiva, onde foram marcadas 10 plantas nas duas linhas centrais de cada parcela experimental, sendo acompanhado o crescimento destas ao longo de todo o ciclo. As avaliações foram de área foliar, massa seca, diâmetro de colmo, estatura de planta, produtividade em toneladas de colmos por hectare (TCH), incremento de crescimento e com o auxílio da análise de crescimento, os seguintes índices: Taxa de crescimento relativo (TCR), Taxa de assimilação líquida (TAL), Razão de área foliar (RAF) e Área foliar específica (AFE). As cultivares estudadas apresentaram a mesma tendência de crescimento e desenvolvimento indicado pelos índices de crescimento: Taxa de assimilação líquida (TAL), Razão de área foliar (RAF), Taxa de crescimento relativo (TCR) e Área foliar específica (AFE) e distribuição da massa seca e perfilhamento, para análise destrutiva de plantas, e número de folhas verdes por planta, índice de área foliar, diâmetro de colmo, estatura e produção de toneladas de colmos por hectare (TCH) para as análises destrutiva e não destrutiva, e ainda o incremento de crescimento na análise não destrutiva. O período de maior crescimento vegetativo, observado pela estatura de planta, ocorreu entre os 150 e 250 DAC com um crescimento médio entre as cultivares estudadas de 1,5 cm/dia. O intenso perfilhamento e maior área foliar por perfilho durante a fase inicial de crescimento, até os 100 DAC, influencia de maneira negativa no acúmulo de massa seca total.

Palavras-chave: Análise de Crescimento, *Saccharum spp*, Taxa de Crescimento Relativo.

## ABSTRACT

The objective of this work was to study the development of five varieties of Sugar Cane, RB845197, RB845210, RB855113, RB855536 and RB928064, in sugar cane-beats, cultivated in the region the northwest of the State of the Paraná, city of Paranavaí, in harvest 2002/2003. Had been carried through seven evaluations in an interval of 50 days, totalizing 350 days of cycle of the culture. Two types of sampling for the collection of the data had been used, being a destructive one, where the plants were removed of the field and led to the laboratory to be heavy droughts and for the attainment of its dry masses of culm and leaves, at each time of sampling, and the other type of sampling was the not destructive one, where 10 plants in the two rows had been marked central offices of each experimental parcel, being folloied the growth of these throughout all the cycle. The evaluations had been of leaf area, dry mass, culm diameter, stature of plant, productivity in tons of culm for hectare (TCH), increment of growth and with the aid of the growth analysis, the following indices: relative growth rate (RGR), net assimilation rate (NAR), leaf area ratio (LAR) and leaf area specific (LAS). The studied varieties had presented the same trend of growth and development as they can be observed in the following indices of growth: net assimilation rate (NAR), leaf area ratio (LAR), relative growth rate (RGR) and leaf area specific (LAS) and distribution of the dry mass and tillering, for destructive analysis of plants, and green leaf number for plant, leaf area index (LAI), culm diameter, stature and production of tons of colmos for hectare (TCH) for the analyses destructive and not destructive, and still the increment of growth in the not destructive analysis. The period of bigger vegetative growth, observed for the plant stature, occurred between the 150 and 250 DAC with an average growth enter the studied varieties of 1,5 cm/day. The intense perfilhamento and greater foliar area for I adopt during the initial phase of growth, until the 100 DAC, influences in negative way in the accumulation of total dry mass.

Key words: Growth analysis, *Saccharum spp*, Relative Growht Rate.

## 1 INTRODUÇÃO

A cultura da cana-de-açúcar possui função estratégica na economia de um país devido à necessidade de substituição dos combustíveis fósseis por fontes de energia renováveis como a produção de álcool, uma vez que a produção a partir do milho, em volumes muito elevado, seria impraticável. Outro ponto importante na economia é a produção de açúcar, devido o aumento das importações estimulado pelos países asiáticos como a China, que estão aumentando paulatinamente o consumo, sendo atualmente de 6kg per capita, enquanto que países como o Japão o consumo *per capita* é de 20 kg, assim pode-se contar com uma forte pressão nas importações, impulsionadas pela China nos próximos anos.

O Brasil conta com uma posição privilegiada para atender às necessidades de maiores exportações tanto de açúcar quanto de álcool anidro para fins combustíveis. O País tem duas regiões produtoras, com safras alternadas, podendo manter sua presença no mercado mundial ao longo de todo o ano. Conta com uma avançada tecnologia de produção de álcool anidro a partir da cana-de-açúcar. Estes dados mostram a importância do desenvolvimento da pesquisa em uma determinada cultura, sendo a cana-de-açúcar nosso alvo de pesquisa científica.

O conhecimento da variação das fases de desenvolvimento da cultura de cana-de-açúcar durante todo o ciclo é fundamental para que se possa modelar e quantificar o crescimento nos diferentes estádios de desenvolvimento da cultura (Teruel et al, 1997). Assim sendo, uma ferramenta muito importante é a análise de crescimento da cultura que permite avaliar e quantificar estes dados, sob diferentes formas de manejo cultural, como afirma Gava et al (2001), em um contexto mais geral seria o estudo de produtividade sob diferentes práticas culturais, formas de manejo e todos os fatores que pudessem influenciar no crescimento da cana-de-açúcar. Magalhães (1985), considera que a análise de crescimento é tida como método-padrão para se medir a produtividade biológica de uma cultura, porém este tipo de estudo tem sido feito para avaliar diferentes tipos de manejo em uma determinada cultura, não sendo analisado a variação de crescimento em diferentes cultivares da mesma cultura.

A cana-soca, é a rebrota da cana depois de um ano de cultivo, ou seja, depois dela completar seu ciclo de crescimento, chegar a maturação e ser colhida, seu rizoma fica no solo e rebrota originando novas plantas que vão perfilhar para desenvolver um novo ciclo da cultura por mais um ano de crescimento e assim sucessivamente nos próximos quatro ou cinco anos que a cultura fica a campo. O comportamento da cana-soca é diferente de cana-

planta, pois seu desenvolvimento inicial é mais rápido dentre outros fatores que serão observados a campo.

No Brasil os programas de melhoramento genético estão liberando e protegendo cultivares de cana-de-açúcar cada vez mais produtivas e com maior resistência às doenças e pragas, diante disto, são poucos os trabalhos que têm sido desenvolvidos com cana-de-açúcar enfocando especialmente as cultivares mais modernas, as quais sofreram significativa interferência genética através do melhoramento vegetal, não conhecendo assim os fatores que interferem no crescimento, desenvolvimento, produção e maturação da cultura (Prado, 1988 e Maule et al, 2001).

Dos fatores que interferem na produção e qualidade de cana-de-açúcar são dentre eles os mais estudados, como o manejo da cultura e interação edafoclimática, mas são poucos os trabalhos que procuram analisar o crescimento de diferentes cultivares durante todo o ciclo fenológico da planta (Maule et al, 2001).

São vários os mecanismos de crescimento e desenvolvimento que regulam o potencial produtivo das diferentes cultivares, sendo a análise de crescimento de diferentes genótipos “cultivares” de cana-de-açúcar fundamental para iniciar o entendimento dos diferentes processos fisiológicos no comportamento vegetal (Machado, 1983 e Benincasa, 1988).

Este tipo de estudo permite descrever as estações de crescimento e acompanhar a dinâmica de produção fotossintética, o índice de área foliar, acúmulo de massa seca (fitomassa), a taxa de crescimento da cultura, duração da área foliar e o crescimento e a arquitetura do sistema radicular, auxiliando na maximização do potencial de exploração econômica da cultura (Maule et al, 2001).

As informações sobre o crescimento e desenvolvimento da cana-de-açúcar para o Estado do Paraná, são insuficientes para a compreensão do ciclo da cultura. A aplicação do estudo de análise de crescimento em cultivares, pode fornecer informações precisas e confiáveis sobre o crescimento, em condições de desenvolvimento para o Estado.

O presente estudo teve como objetivo geral, avaliar o crescimento e desenvolvimento, através da análise de crescimento, de cultivares de cana-de-açúcar em ciclo de primeira soca, e como objetivos específicos, avaliar características morfológicas como estatura, diâmetro de colmo e comprimento e largura da folha +3; avaliar também os índices fisiológicos de crescimento e aplicar as análises destrutiva e não destrutiva de plantas, em sete épocas durante o ciclo de desenvolvimento dos cultivares.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 CANA – SOCA

A cana-de-açúcar é originalmente uma planta perene. Possuindo uma estrutura tipo rizoma sob o rés do chão, ela brota sempre que a parte aérea for cortada. Essa nova brotação é genericamente denominada soqueira. A primeira vegetação após o plantio é denominada cana-planta, enquanto que as soqueiras são denominadas de primeira soca, segunda soca etc., conforme as colheitas vão se sucedendo. As soqueiras têm importância econômica muito grande, pois que é delas que se retira o maior retorno monetário nessa cultura (Matsuoka, 1996).

Como a soqueira se desenvolve a partir da brotação das gemas da base dos colmos colhidos na safra anterior, e que são submersos no solo, o seu comportamento fisiológico é distinto daquele da cana-planta. Primeiramente a distinção resulta basicamente da diferença de desenvolvimento inicial de um broto originário de uma gema do tolete, na cana-planta, daqueles originários de rizoma, na cana-soca. Dada grande quantidade de gemas nos rizomas ocorre normalmente uma grande quantidade de perfilhos primários numa mesma touceira, diferentemente da cana-planta, que, além disso, se desenvolve com mais rapidez. No final do ciclo, o número de colmos acaba sendo maior na soca do que na cana-planta, devido a maior velocidade de brotação e formação de perfilhos e a maturação da soqueira se dão mais precocemente (Matsuoka, 1996).

A cana-de-açúcar, por ser uma planta  $C_4$ , é altamente eficiente fotossinteticamente, Camargo (1968), observou que quando a cana é cultivada em pleno sol os colmos se apresentaram mais grossos, mais curtos, as folhas mais largas e verdes e o perfilhamento mais intenso. Com o aumento da temperatura acima de 20°C ocorre o aumento no comprimento, diâmetro e número de internódios (Planalsucar, 1986) sendo ideal para bom desenvolvimento a faixa de 20 a 35°C (Casagrande, 1991).

A água obviamente é essencial para o crescimento. Mesmo em condições de pluviosidade relativamente adequada a cana-de-açúcar respondeu positivamente ao suprimento regular de água (Sousa, 1976 e Leme et. al., 1984).

## 2.2 PERFILHAMENTO

Perfilhamento é o processo de emissão de colmos ou hastes por uma mesma planta, os quais por sua vez recebem a denominação de perfilhos. Ele ocorre a partir da porção subterrânea e varia de espécie para espécie, cultivares dentro de uma mesma espécie, e manejo cultural.

Machado et. al. (1982), Rocha (1984) e Prado (1988), dentre outros, observaram que durante o ciclo da cana-de-açúcar ocorre queda no número de colmos, com o máximo obtido nos meses de setembro, outubro e novembro e com queda brusca em janeiro, desde então decrescendo mais lentamente até a época de colheita. Além do efeito genético, isso varia com a época de plantio ou colheita, neste segundo caso para as soqueiras, e de inúmeros outros fatores ambientais, direta ou indiretamente.

A capacidade de perfilhamento e a sobrevivência dos perfilhos são aspectos importantes, pois são características que apresentam maior correlação com a produção (James, 1971 e Mariotti, 1971)

O número de perfilhos varia conforme a cultivar, dependendo das suas características genéticas. Por exemplo, a espécie *S. officinarum* apresenta baixo perfilhamento, enquanto *S. spontaneum* é de alto perfilhamento (Stevenson, 1965). No processo seletivo para obtenção de novas cultivares, normalmente se eliminam os genótipos que apresentem tanto excesso como baixo perfilhamento, por fugirem de características desejadas comercialmente.

A baixa luminosidade tende a reduzir o perfilhamento da planta. Christoffoleti (1986) relata que plantas que foram deixadas em casa-de-vegetação, com baixa luminosidade, apresentaram perfilhos mortos, o que não ocorreu quando a mesma cultivar foi plantada em ambiente com luminosidade maior.

O processo de perfilhamento é regulado pela auxina que é formada no topo e que desce em fluxo contínuo em direção à base. A auxina exerce nesse caso um duplo efeito: alongamento do colmo e o impedimento do desenvolvimento das gemas laterais (dominância apical). Com alta luminosidade o fluxo de auxina diminui e observa-se então decréscimo no grau de inibição das gemas laterais, o que resulta numa maior formação de perfilhos (Casagrande, 1991).

O perfilhamento também aumenta com o aumento da temperatura até o máximo ao redor de 30°C (Casagrande, 1991). Por outro lado, os nutrientes mais necessários para bom perfilhamento são o N e o P (Dillewijn, 1952, Malavolta et. al., 1967e Clements, 1980).



Especialmente o P, é um elemento essencial para o bom perfilhamento, como foi relatado em muitas gramíneas (Rodriguez et al., 1999).

Em cana-de-açúcar a longevidade de soqueiras é outra característica de alta importância para a economicidade da agroindústria. Essa característica tem alta dependência da capacidade de perfilhamento, especialmente em lavouras de alta tecnologia, sujeitas a intenso pisoteio por veículos e máquinas.

Machado (1987), comenta que a mortalidade dos colmos coincide com o período em que IAF aumenta rapidamente sugerindo, que além da competição por água e nutrientes, o sombreamento é um dos fatores mais importantes na determinação deste comportamento.

Tokeshi (1986) verificou, que é importante ressaltar que na curva de perfilhamento da cana-de-açúcar o seu ponto máximo ocorre, em geral, entre quatro e seis meses em cana planta. Quando os perfilhos maiores atingem em torno de 50 cm de altura do colarinho da folha +1, inicia-se a concorrência por luz, água e nutrientes dentro e entre plantas. A tendência é de estabilizar-se o número de perfilhos e mais tarde, com o crescimento dos colmos dominantes, o seu número decresce com a eliminação dos mais fracos, doentes e mal posicionados.

## 2.3 ANÁLISE DE CRESCIMENTO

A análise de crescimento é considerada sob o ponto de vista agrônomo, como um estudo importante para conhecer as diferenças funcionais e estruturais entre cultivares de uma mesma espécie, pode ser usada para investigar a adaptação ecológica de cultivares a novos ambientes e o potencial produtivo destes, de forma a poder selecioná-las para melhor atender aos seus objetivos, podendo ser aplicados aos programas de melhoramento genético de comunidades vegetais (Pereira e Machado, 1986 e Benincasa, 1988).

É um método que descreve as condições morfofisiológicas da planta em diferentes intervalos de tempo, entre duas amostragens sucessivas, acompanhando a dinâmica da produção fotossintética, que é avaliada por meio do acúmulo de massa seca em todos os órgãos da planta, como folhas, colmo, rizoma e raízes (Magalhães, 1985).

Como o crescimento é avaliado através de variações em tamanho de algum aspecto da planta, geralmente morfológico, isso evidencia que a análise de crescimento está baseado no fato que 90% em média, da massa seca acumulada pelas plantas ao longo do seu crescimento, resulta da atividade fotossintética, sendo que esta passa a ser o componente fisiológico de maior importância neste tipo de estudo (Benincasa, 1988).

Segundo Portes e Castro (1991), pode-se estimar índices fisiológicos que demonstram a evolução da cultura em intervalos de tempo regulares, como: taxa instantânea de crescimento da cultura (TCC), taxa de crescimento relativo (TCR), taxa assimilatória líquida ou aparente (TAL), área foliar específica (AFE), razão de área foliar (RAF), duração de área foliar (DAF), índice de área foliar (IAF), que são gerados a partir de dados de área foliar (AF), massa seca (MS) em relação ao tempo (t).

Benincasa (1988), mostra que estes índices podem ser obtidos em diferentes tipos de análise de crescimento: (a) linear, que compreende a análise da altura da planta, comprimento do caule, comprimento e largura das folhas e diâmetro do colmo; (b) superficial, relacionada à determinação da superfície fotossintética; (c) peso e número de unidades estruturais, que são as determinações do número de colmos ou perfilhos, e a produção que é resultado da pesagem dos mesmos.

Gava et. al., (2001), trabalhando com cana-soca, sob aplicações de uréia em área total e no sulco, verificou que a taxa relativa de crescimento (TCR) no tempo, é representada por uma função exponencial negativa e que tanto no tratamento da uréia aplicada em área total, como no tratamento da uréia aplicada no sulco, o valor máximo da TCR foi aos 43 DAC decrescendo com o tempo e estabilizando-se aos 210 DAC, no início da época de maturação. Os valores máximos encontrado foram de 0,137g/g/dia e 0,135 g/g/dia nos tratamentos citados anteriormente. O valor da TCR média, foi muito semelhante nos dois tratamentos. Verificou-se também que nos dois tratamentos a TCR diminuiu à medida que a planta cresceu, devido, entre outros fatores, ao aumento da competição inter-específica pelos principais fatores ambientais responsáveis pelo crescimento vegetal, tais como luz, nutrientes, difusão de CO<sub>2</sub> dentro do dossel, entre outros.

A TCR pode ser explicada pela elevação da atividade respiratória e pelo auto-sombreamento, cuja importância aumenta com a idade da planta. Além disso na fase final do ciclo da cultura o crescimento pode se tornar negativo em função da morte de folhas e gemas (Milthorpe e Moorby, 1974)

GOMIDE e GOMIDE (1999), trabalhando com *Panicum maximum*, em análise de crescimento, observaram que a taxa de assimilação líquida (TAL) apresentou uma acentuada queda entre as idades de 17 e 24 dias do crescimento de estabelecimento, e uma progressiva e suave redução nas idades subseqüentes. A estimativa de 32,8g.m<sup>2</sup>/dia à idade de 17 dias, aparentemente muito alta, decorreu de características de área foliar pequena e alta capacidade fotossintética, própria de gramíneas tropicais, assim como as condições favoráveis de temperatura e radiação e disponibilidade de nutrientes. A acentuada diminuição entre 17 e 24 dias poderia ser entendida como consequência do

acentuado incremento de área foliar, assim como de intensificação da respiração vegetal, visto que não se espera drástica perda da capacidade fotossintética das folhas nesta fase do desenvolvimento das plantas. De fato, a área foliar cresceu 330% entre 17 e 24 dias; 56% entre 24 e 31 dias; e 17% a cada semana subsequente. GOMIDE e GOMIDE (1996) observaram que o perfilhamento ocorreu entre as idades de 7 e 21 dias. Por outro lado, a progressiva redução da TAL nas idades subsequentes poderia ser explicada, em função de redução na capacidade fotossintética das folhas em expansão, em razão do progressivo sombreamento mútuo (WILSON e LUDLOW, 1970; WOLEDGE e LEAFE, 1976; e WOLEDGE, 1978), bem como da redução da eficiência fotossintética do dossel, em decorrência da avançada idade média de suas folhas (PARSONS et. al. 1983; WOLEDGE e LEAFE, 1976), além do progressivo aumento da carga respiratória de manutenção.

## 2.4 ACÚMULO DE MASSA SECA

Machado et al. (1982) consideram, que o acúmulo de massa seca em cana apresenta curva sigmóide, podendo ser dividida em três fases: a) fase inicial, na qual o crescimento é relativamente lento, entre o plantio e 200 DAP (dias após plantio), março-outubro; b) fase de crescimento rápido, entre 200 e 400 DAP (outubro-maio), na qual 70 a 80% de toda massa seca são acumuladas, e fase c) em que o crescimento torna a ser lento, entre 400 e 500 DAP (maio-agosto), acumulando cerca de 10% de massa seca, sendo que este padrão de crescimento é característico para diversos cultivares, locais e ciclos de cultivos de 9 a 18 meses, variando apenas a duração de cada fase, em razão das variações do ambiente e das características varietais.

Gava et al. (2001) trabalhando com a cultivar SP80-1842, no estágio de quarto corte (terceira soca), em solo Podzólico Vermelho-Amarelo, argilo-arenoso, com dois tratamentos: mistura de vinhaça e uréia aplicadas em toda área sobre o solo coberto por palhada; uréia enterrada em sulcos nos dois lados das linhas da cana, com prévia aplicação de vinhaça sobre o solo sem palhada verificaram, que em relação aos valores de acúmulo da massa seca total nos dois tratamentos, ocorreram três fases de desenvolvimento: a primeira fase de desenvolvimento foi de 0 a 60 DAC (dias após o corte), e o crescimento nesta época foi lento, e a planta acumulou cerca de 6% da massa seca total contida na parte aérea. A segunda fase de desenvolvimento ocorreu no período de 60 a 210 DAC, quando a parte aérea da planta representou elevada taxa de crescimento e acumulou, neste intervalo, 81% da massa seca. A terceira fase, caracterizada como fase de maturação, ocorreu de 210 a 299 dias, quando o acúmulo de massa seca foi, em média, de 13%. Nos dois tratamentos, a

taxa máxima de produção de massa seca (TPMS) ocorreu aos 137 DAC (fevereiro) com TPMS máxima variando de 22,4 a 18,5 g/m<sup>2</sup>/dia e TPMS média de 7 a 11 g/m<sup>2</sup>/dia, conforme o tratamento, apresentando a curva com formato de sino, nos dois tratamentos, sendo baixa a TPMS no início do ciclo, e aumentou rapidamente, até atingir o valor máximo, para em seguida, decrescer. Estes resultados são semelhantes aos obtidos por Machado et al. (1982), que obtiveram TPMS máximo em cana-planta aos 300 DAP (dias após o plantio) também em fevereiro, de 25 g/m<sup>2</sup>/dia com média de 12 g/m<sup>2</sup>/dia.

Alvarez et. al. (2000), trabalhando com cana-soca de primeiro e segundo ano de rebrota, observaram quanto as curvas de crescimento da massa seca nos colmos que no primeiro ano após um crescimento lento inicial, ocorreu um crescimento contínuo acelerado até 399 DAC. No segundo ano de rebrota, ocorreram três fases de crescimento: inicial, lento; acelerado, chegando quase ao valor máximo final e uma estabilização até o final do ciclo (344 DAC).

Além dos aspectos ligados a cultivar, existem outros importantes que exercem influência no crescimento da parte aérea da planta, podendo ser citados a luminosidade, a temperatura do ar, a disponibilidade de água, e a disponibilidade de nutrientes.

## 2.5 ÁREA FOLIAR (AF) E ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR (IAF)

A folha é o órgão responsável pela produção de carboidratos, através da fotossíntese, fenômeno essencial para um bom desenvolvimento vegetal e conseqüentemente para uma boa produtividade. A determinação da área foliar (AF) é de extrema importância para trabalhos de ecofisiologia, pois, associando-a com outros parâmetros, pode-se observar o comportamento da cana-de-açúcar nos diversos ambientes, e assim relacionar a cultivar com seu potencial produtivo, produção de massa seca e açúcar, em condições ambientais específicas (Pereira e Machado, 1986 e 1987).

Os métodos utilizados comumente para determinação da área foliar de uma cultura normalmente são destrutivos, complexos e demorados. O mais rotineiramente utilizado é o desenvolvido por Francis et. al. (1969), que consiste em fazer a medição de todas as folhas da planta e determinar a AF através de uma fórmula que leva em consideração a largura e o comprimento da folha, e um fator de correção. Porém Hermann e Câmara (1999) propuseram uma fórmula para a determinação da AF, já que o anterior era destrutivo e trabalhoso. O novo método apresentou boa correlação com aquele de Francis et. al. (1969).

A grande vantagem deste método é a facilidade e rapidez de obtenção dos dados quando comparado ao de Francis et. al. (1969). Quando se dispõe de mais recursos, modernos equipamentos permitem medidas diretas, dispensando tais medidas indiretas.

Matsuoka (1996), cita que em termos de lavoura, o que determina a produtividade final é a arquitetura do dossel da cultura, dada pela conjunção da arquitetura de cada planta que a compõe. Assim, a arquitetura do dossel da cultura é resultado da arquitetura da cultivar, da densidade populacional e do arranjo espacial das plantas.

Após a germinação inicia-se o desenvolvimento das folhas, que são responsáveis diretas pela transformação da energia solar em energia química através da fotossíntese. Cada colmo produz uma nova folha a cada 10 dias aproximadamente (Glasziou et al. 1965), e devido a senescência e queda das folhas mais velhas observa-se o número praticamente constante, de 8 a 10 folhas por colmo, após o fechamento do dossel (Machado, 1981).

A capacidade de ocupação do terreno, pelas partes aéreas da planta pode ser estimada com a utilização do Índice de Área Foliar (IAF), que representa a área foliar existente em uma superfície do terreno. No caso de culturas agrônomicas como a cana-de-açúcar, a área de solo disponível é definida pelo espaçamento estabelecido, sendo que a medida que a área foliar cresce o IAF também cresce, até atingir um valor ótimo, a partir do qual o auto-sombreamento começa a ser prejudicial, diminuindo bastante a taxa fotossintética, devido a iluminação precária (Benincasa, 1988).

Autores como (Magalhães, 1985 e Teruel et al, 1997), citam que o seu conhecimento da variação do IAF durante todo o ciclo é essencial para que se possa modelar o crescimento e o desenvolvimento, sendo considerado como o principal fator que irá determinar o potencial de produtividade de uma cultura. Rodrigues (1990), também cita que o IAF prenuncia alta produção de fotoassimilados e alta produção de açúcares e considera ainda, como um dos parâmetros mais importantes do estudo de Análise de crescimento de comunidades vegetais.

O comportamento do desenvolvimento do índice de área foliar (IAF), durante o ciclo da cultura, é de extrema importância para os estudos de crescimento e produção. Para cada fase da cultura, existem diferentes IAF. Yoon (1971), verificou que o IAF atingiu valor máximo de  $5,03 \text{ m}^2/\text{m}^2$  sendo, que na maturação esse valor caiu para  $3,56 \text{ m}^2/\text{m}^2$ . Chang (1968) encontrou, que o índice de área foliar ótimo ao redor de  $9 \text{ a } 12 \text{ m}^2/\text{m}^2$ . Gascho e Shih (1983) notaram, que o valor máximo foi alcançado aos 6 meses de idade da planta enquanto, que se obteve o mesmo máximo de colmos aos 5 meses de idade.

No início do ciclo da cultura o IAF é pequeno e apresenta crescimento lento. Depois, o IAF aumenta rapidamente até o máximo permanecendo praticamente, constante ou

diminuindo em condições climáticas desfavoráveis (Gosnell, 1969; Machado et al. 1982 e 1983, Irvine, 1983 e Silveira, 1985).

Segundo Cock (2001), o padrão geral de desenvolvimento do IAF em cana-de-açúcar é aumentar até o máximo entre 48 meses e então lentamente declinar. Valores máximos de mais de 8 tem sido relatado, mas valores mais comuns ficam entre 45, embora, a análise de séries de experimentos em diferentes partes da Austrália, relatam a alta proporção dos testes com IAF máximo variando de 6-8. Os números totais de folhas funcionais expandidas por colmo normalmente variam conforme o local entre 6-13. O número de folha por colmo em cultura bem desenvolvida é regulado pelo sombreamento.

A duração da folha ativa varia de 1 a 5 meses, conforme a idade da planta e as condições ambientais. Devido ao sombreamento, as folhas inferiores recebem menor quantidade de radiação, havendo redução em sua taxa de fotossíntese. Para compensar tal redução, a cultura aumenta sua área foliar até atingir o máximo. Após esse ponto, há contínua renovação de folhas, sendo as mais velhas substituídas por novas, mais eficientes (Waldron et al. 1967; Gosnell, 1969, Machado et al. 1982 e 1983).

No período inicial do desenvolvimento da cana a maior parcela da massa seca produzida é destinada ao crescimento das folhas. Até os 100 dias após o plantio a MS das folhas representa mais que 70% de toda massa seca da planta. Depois, a quantidade relativa de massa seca das folhas diminui progressivamente até que ao redor dos 400 dias após o plantio as folhas representam apenas 9% (Machado et al. 1982). O mesmo autor cita, que: 1. Entre o plantio e 100 DAP (março-julho), o crescimento das folhas foi lento; 2. Entre 100 e 250 DAP (julho-dezembro), o crescimento foi rápido, correspondendo a aproximadamente 75% do máximo atingido; 3. Após 250 DAP (dezembro), o crescimento das folhas foi novamente lento até que se estabilizou ao redor dos 300 DAP (fevereiro). O crescimento do aparelho assimilatório antecedeu ao crescimento dos colmos. Houve constante renovação de folhas, sendo as mais velhas substituídas por novas mais eficientes. Entre 300 e 400 DAP (fevereiro-maio), as taxas de emissão e senescência das folhas se igualaram e foram mantidas, aproximadamente, dez folhas por colmo até 400 DAP. Nos estádios iniciais da cultura, houve superprodução de colmos, com o máximo por volta de 125 DAP em ambas as cultivares (CB41-14 e NA56-79). Posteriormente, houve uma redução natural de, aproximadamente, 50% no número de colmos/m<sup>2</sup>. A densidade final de colmo foi de 8 e 9 colmos/m<sup>2</sup>, respectivamente. A população de colmos decresceu acentuadamente no período em que o IAF praticamente duplicou, indicando, que possivelmente, o contínuo aumento do número de colmos nos estádios iniciais do desenvolvimento da cultura tenha sido reflexo da pequena área foliar por colmo em plantas

novas. No período entre 125 e 225 DAP (agosto-novembro), a mortalidade de colmos ocorreu, principalmente, em função da competição entre colmos e do progressivo sombreamento exercido pelas plantas mais desenvolvidas.

Estudando o crescimento do IAF, tanto para condições ambientais naturais como com irrigação e espaçamento entre sulcos de 1,4m, Leme et al. (1984) mostraram, que o tratamento irrigado promoveu o IAF ligeiramente superior ao não irrigado. O IAF mostrou-se maior para cana planta, evidenciando o maior vigor vegetativo do que na primeira soca e na segunda soca. Durante o ciclo de cana planta os tratamentos irrigados apresentaram a partir do quarto mês de idade, valores de IAF acima de 4,0, atingindo o máximo de 6,8 entre o quinto e o oitavo mês. Para os ciclos de cana de primeira soca, nos tratamentos irrigados da cana de primeira e segunda soca o IAF esteve acima de 4,0 a partir do terceiro mês, atingindo o máximo de 4,5 entre o quarto e quinto mês, porém mantendo com esse índice por um curto período de tempo (um mês). Tanto na cana planta a partir dos 12 meses como na primeira e segunda soca a partir dos 9 meses de idade tiveram um decréscimo rápido do IAF até a colheita, atingindo valores abaixo de 3,0. A determinação do IAF, segundo os mesmos autores, permite estabelecer três estágios de desenvolvimento da cultura para os ciclos de cana planta, primeira soca e segunda soca: o primeiro estágio apresentou-se com o período de aproximadamente quatro meses com aumento rápido do IAF, atingindo valores acima de 4,0, o segundo é mais longo e abrange toda fase de máximo crescimento vegetativo, com o valor máximo permanecendo constante durante um certo intervalo de tempo, aproximadamente dois meses e meio para cana planta e um mês para cana de primeira e de segunda soca; e o terceiro estágio teve o decréscimo rápido do IAF até a colheita, atingindo valores abaixo de 3,0.

Teruel et al. (1997), utilizando os dados coletados por Leme et al. (1984) comentam, que as curvas de variação de IAF para todos os cultivos (cana-planta; primeira e segunda soca) tem forma semelhante, mostrando a fase inicial de crescimento lento, seguido pela fase de crescimento rápida, outro crescimento lento ou fase de estabilização, e finalmente a fase de decréscimo no IAF. Foi observado o maior vigor vegetativo no cultivo da cana planta, ocorrendo a diminuição significativa no vigor vegetativo no cultivo seguinte (primeira soca), não tendo nenhuma diminuição adicional na cana de segunda soca. Portanto os valores de IAF ao longo do ciclo foram semelhantes para os cultivos da primeira e segunda soca. Os autores concluem, que as reduções nos valores de IAF nos cultivos de socas resultam do número menor de perfilhos nestes cultivos em comparação com a cana planta, além de piorar as características químicas do solo bem como a compactação do solo causada pelo tráfego de veículos pesados durante a colheita.

Alvarez e Castro (1999), trabalhando com cana de primeira e segunda soca, em cana crua e cana queimada, em latossolo vermelho escuro distrófico verificaram, que o comportamento das curvas de crescimento de IAF é muito parecido com o das curvas de crescimento da massa seca das folhas, encontrando valores máximos de IAF no 1º ano de rebrota, de 11,56 e 12,55 respectivamente para cana crua e para a cana queimada, aos 247 DAC (dias após a colheita); no 2º ano de 9,89, aos 198 DAC para cana crua, e 10,24, aos 344 DAC para cana queimada. Tais valores são considerados altos, baseando-se em Irvine e Benda (1980), que definem IAF variando entre 2 e 8; San Jose e Medina (1970) obtiveram IAF máximo de 7,6 e Yoon (1971), de 5. Contudo, Chang (1968) encontrou valores ótimos ao redor de 9 a 12. Os IAF médios obtidos nesse trabalho foram mais altos no 2º ano (5,19 para cana crua e 5,63 para cana queimada) que no 1º ano (4,82 e 5,16 respectivamente). Os mesmos autores verificaram ainda, que o IAF aumenta de cerca de 0,9 e 1,2, respectivamente em cana crua e cana queimada, aos 150 DAC do 1º ano de rebrota, para aproximadamente 7, nos dois tratamentos, aos 213 DAC, atingindo 4 em torno de 175 DAC. Já no 2º ano de rebrota, aos 131 DAC, o dossel está fechado, nesse momento, o IAF nos dois tratamentos atinge 4, enquanto que na data anterior (110 DAC) era de 1,7 em cana crua e 2,4 em cana queimada.



### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 LOCAL

O experimento foi implantado na Estação Experimental da Universidade Federal do Paraná localizada no município de Paranavaí - PR, região noroeste do Estado, no terceiro planalto paranaense, numa latitude de 23° 05' S, longitude 52° 26' W e altitude de 480 m.

#### 3.2 SOLO

A classe de solo do experimento é o LATOSSOLO VERMELHO DISTRÓFICO, sendo o de maior representatividade regional, com ocorrência superior a 50%, são solos muito profundos, formados a partir de materiais derivados de arenitos, com seqüência de horizontes A,B,C pouco diferenciados. Possuem coloração vermelha escura, sendo porosos, muito friáveis e fortemente drenados. São de baixa fertilidade natural, ácidos, mas de baixo à médio teor de alumínio trocável e saturação de bases baixa. (EMBRAPA, 1999). As características químicas do solo, na época do plantio, (abril/2001) eram: na camada de 0-30 cm de profundidade, pH=6,2; P=8mg/dm<sup>3</sup>; K=0,15 cmolc/dm<sup>3</sup>; Ca= 1,1 cmolc/dm<sup>3</sup>, Mg= 0,9 cmolc/dm<sup>3</sup>; e Al= 0,0 cmolc/dm<sup>3</sup>; Físicas : areia= 82%; silte= 1% e argila=17%.

#### 3.3 CLIMA

O clima da região é o Cfa, segundo a classificação de Köppen, apresenta clima subtropical, temperatura média no mês mais frio inferior a 18°C (mesotérmico) e temperatura média no mês mais quente acima de 22°C, com verões quentes, geadas pouco freqüentes e tendência de concentração das chuvas nos meses de verão, contudo sem estação seca definida, precipitação média anual de 1.300 a 1.400 mm (IAPAR, 1994). Os dados de temperatura e precipitação durante a realização do trabalho estão representados na Figura 01.

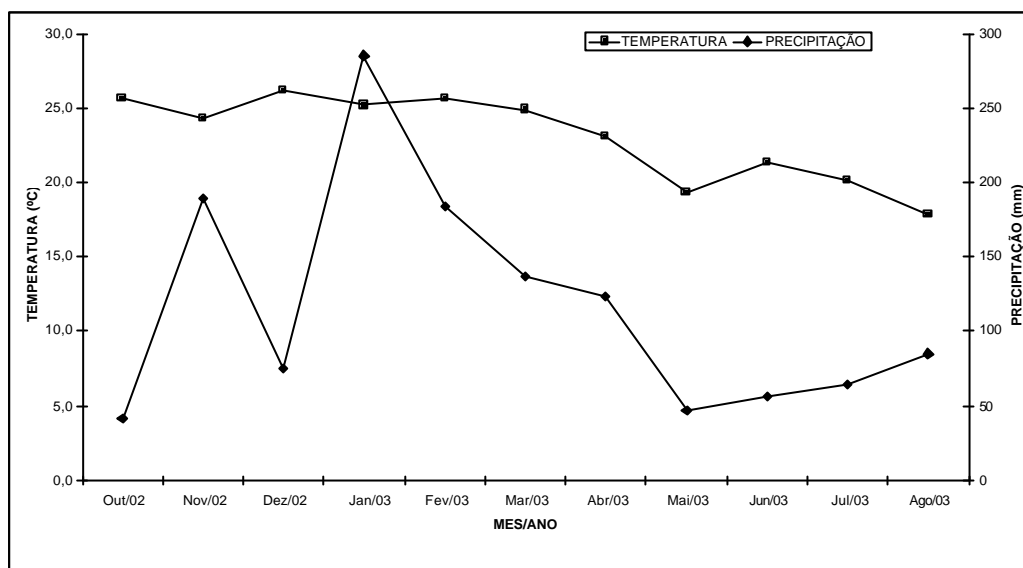


FIGURA 01 . Dados climatológicos, de temperatura média e precipitação no período de outubro/2002 a agosto/2003. Estação Meteorológica IAPAR / SIMEPAR, Paranavaí, PR.

### 3.4 CULTIVARES

As cultivares utilizadas neste trabalho estão adaptadas à região de Paranavaí, pois as condições de clima e solo são propícias para o cultivo da cana-de-açúcar, e por consequência para estas cultivares, uma vez que a sua adaptação já foi verificada nesta região produtora. A seguir serão descritas as cultivares utilizadas no presente trabalho, segundo o Guia das principais cultivares de cana-de-açúcar RB2002 (Arizono et. al., 2002).

#### 3.4.1 RB845210

Cultivar protegida pela Rede Interuniversitária de Desenvolvimento do Setor Sucro-Alcooleiro (RIDESA) com as seguintes características agrônômicas: boa germinação, perfilhamento fraco/regular, boa brotação de soca, colmos de diâmetro grosso com muita rachadura, porte ereto mas pode ocorrer tombamento, rica, não floresce, , boa sanidade, adapta-se muito bem a espaçamento reduzido. Boa estabilidade. Tem a grande vantagem de ser uma cultivar precoce que se adapta bem a solos de baixa fertilidade de textura arenosa e melhor ainda em espaçamentos reduzidos. Nos solos férteis atrasa a maturação e torna-se de maturação média. Nos solos argilosos de boa fertilidade também tem apresentado alta produtividade, com longevidade de soca. Na colheita mecânica, sem

queima, despilhada, tem brotado bem, mas ainda são poucas as observações. Em corte manual há lavouras que chegaram a sexto corte sem problemas de brotação.

#### 3.4.2. RB845197

Cultivar protegida pela RIDESA com as seguintes características agronômicas: muito vigorosa que se adapta bem a solos de baixa fertilidade, floresce muito mas responde bem a maturadores, boa para espaçamentos reduzidos em solos de baixa fertilidade. Sadia, resistente a nematóides (*Meloidogyne*). Apenas para solos extremamente pobres em locais que ocorre muitas doenças foliares.

#### 3.4.3. RB928064

Cultivar protegida selecionada em Minas Gerais pela Universidade Federal de Viçosa, tem excelente vigor, ereta, não floresce, alto potencial de produção, adapta-se bem a solos de baixa fertilidade. Tem potencial para ser uma excelente cultivar, sobretudo em locais onde se exige maior capacidade de brotação de soqueira. Tem perfil ideal para colheita mecanizada.

#### 3.4.4 RB855113

Cultivar protegida pela RIDESA com as seguintes características agronômicas: germina bem, perfilha muito, crescimento lento, porte ereto, boa soca, maturação média, rica, boa resposta a maturadores, raramente floresce, apresenta pouco chochamento, suscetível à falsa estria, adapta-se bem em todos os tipos de solos, suscetível a nematóides, adapta-se muito bem a espaçamento reduzido. Alguns riscos na produção são: seca muito prolongada em solos pesados prejudica um pouco a brotação de soca e o corte muito tardio não produz satisfatoriamente na safra seguinte.

#### 3.4.5. RB855536

Cultivar protegida pela RIDESA com as seguintes características agronômicas: germina bem, perfilha muito, fechamento rápido, excepcional brotação de soca, porte ereto mas tomba com certa facilidade, não floresce, não chocha, resistente às doenças com

exceção da estria vermelha e mancha anelar, maturação média com alto teor de açúcar e excelente resposta a maturadores. Suscetível à seca. Riscos para produção: plantio demasiadamente precoce como em dezembro ou janeiro pode levar a um estresse muito forte se o inverno (julho - agosto) for muito seco. Área foliar é muito grande e o consumo de água é muito elevado; em solos muito férteis pode apresentar estrias vermelhas.

### 3.5. EXPERIMENTOS

Foram feitos dois experimentos, um de caráter destrutivo, onde a cada avaliação, algumas plantas eram retiradas da parcela e levadas à laboratório para serem avaliadas, e outro, de caráter não destrutivo, onde em cada parcela, nos dois sulcos centrais, foram escolhidas e marcadas 10 plantas, sendo 5 em cada sulco, e as avaliações foram realizadas nestas plantas previamente marcadas.

Estes dois experimentos foram implantados e conduzidos da mesma forma e nas mesmas épocas, a distância de um para outro foi de apenas 3m, para que se tivessem as mesmas características micro-climática de solo.

### 3.6. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Para cada experimento, o delineamento experimental foi o Inteiramente Casualizado com três repetições, aplicado a cinco cultivares de cana-de-açúcar. A parcela experimental foi composta por quatro linhas de 8m, espaçados 1,40m entre si, e 2m entre parcelas. Em cada sulco plantou-se 18 gemas por metro linear. Foi aplicado o teste de comparação de médias de Tukey a 5% de probabilidade.

### 3.7. PERÍODO DE CONDUÇÃO

O período de condução do experimento a campo foi de set/2002 a ago/2003, totalizando 350 dias de ciclo da primeira soca, ou seja, 350 dias após o corte da planta. As avaliações foram feitas aos 50, 100, 150, 200, 250, 300 e 350 dias após o corte (DAC), nas seguintes épocas: out/2002, dez/2002, jan/2003, mar/2003, mai/2003, jul/2003 e ago/2003.

### 3.8. CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

As avaliações, como medidas e contagem e corte dos perfilhos, foram feitas a campo, e as pesagens e leituras foram feitas no laboratório de Fitotecnia do Departamento

de Fitotecnia e Fitossanitarismo da Universidade Federal do Paraná. Para as avaliações de campo foram utilizados os seguintes materiais: paquímetro, trena, e no caso de análise destrutiva, canivete e facão para cortar as plantas, para as avaliações no laboratório foi utilizada balança eletrônica de pesagem com duas casas decimais, estufa com ar forçado para secagem à 80°C, canivete e facão para separar as plantas inteiras.

### 3.9 AVALIAÇÕES

#### 3.9.1 ANÁLISE DESTRUTIVA

A cada 50 dias a contar a partir do de 22/10/02, foram feitas avaliações destrutivas nos sulcos de plantio.

Em cada época de avaliação foi delimitada 1m da linha útil de plantio para medição e coleta dos perfilhos. Deste metro, foram medidas, estatura da planta até a folha +1, número de folhas verdes, número de folhas secas, número de perfilhos, diâmetro do colmo, largura e comprimento da folha +3, e depois de analisadas cortadas no nível do solo e acondicionadas uma a uma em embalagens identificadas, levadas ao laboratório para serem pesadas, secas em estufa de ar forçado à 80°C e analisadas.

##### 3.9.1.1 Área foliar (AF)

Foi realizada por medições na folha +3, como comprimento e largura, e usada fórmula proposta por Hermann e Câmara (1999) para a determinação da AF.

$$A_{fc} = C \times L \times 0,75 \times (N+2)$$

Onde:  $A_{fc}$  - área foliar por colmo;

C - comprimento da folha +3;

L - largura da folha +3;

0,75 - fator de forma;

N - número de folhas totalmente expandidas com pelo menos 20% de área verde (folha +1 a +7).

### 3.9.1.2 Massa Seca (MS)

Depois de coletadas as plantas das parcelas no campo, e acondicionadas em embalagens devidamente identificadas, estas foram levadas ao laboratório, foram pesadas ainda verdes e colocadas em estufa à 80°C com ar forçado para a realização da secagem das plantas, até a obtenção de peso constante das mesmas, e assim todas as plantas amostradas, foram pesadas para a obtenção da massa seca de cada amostra.

### 3.9.1.3 ANÁLISE DE CRESCIMENTO

Para o cálculo destes índices de crescimento foi utilizado o programa computacional, ANACRES (Portes e Castro, 1991), tendo como fonte de dados a massa seca e a área foliar das cultivares, nas épocas de amostragem.

#### 3.9.1.3.1 Taxa de Assimilação Líquida (TAL)

Este termo expressa a taxa de fotossíntese líquida, em termos de massa seca produzida (gramas), por decímetro quadrado de área foliar, por unidade de tempo, ( $\text{g/dm}^2/\text{dia}$ ).

#### 3.9.1.3.2 Razão de Área Foliar (RAF)

É um componente morfo-fisiológico, sendo a razão entre a área responsável pela interceptação de energia luminosa (AF) e  $\text{CO}_2$  e a massa seca total resultante da fotossíntese, sendo calculada em  $\text{dm}^2/\text{g}$ .

#### 3.9.1.3.3 Taxa de Crescimento Relativo (TCR)

É o crescimento de uma planta ou qualquer órgão, calculado tendo como parâmetros a área foliar útil para a fotossíntese e a taxa de fotossíntese líquida, em duas amostragem sucessivas ( $\text{g/g/dia}$ ).

#### 3.9.1.3.4 Área Foliar Específica (AFE)

É um índice que permite avaliar se as plantas estão acumulando fotoassimilados em suas folhas ou translocando para outros órgãos (Radford, 1967), medida em  $\text{cm}^2/\text{dia}$ .

#### 3.9.1.4 CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS

##### 3.9.1.4.1 Perfilhamento

Para obtenção do perfilhamento foi feita a contagem do número de perfilhos num metro linear, escolhido aleatoriamente em cada parcela.

##### 3.9.1.4.2 Folhas verdes

Foi feita a contagem do número de folhas verdes por planta, considerando, todas aquelas folhas totalmente expandidas, ou seja, aquelas que apresentem seu colarinho visível, e com pelo menos 20% de sua área foliar verde.

##### 3.9.1.4.3 Índice de área foliar – IAF

É a relação entre área foliar e a área do solo sombreada pelas folhas, foi obtido através do cálculo da área foliar média ( $\text{m}^2$ ) de uma planta, multiplicado pela média do número de plantas por metro quadrado.

##### 3.9.1.4.4 Diâmetro da base do colmo

Para obtenção do diâmetro, foi feita a medição na base do colmo, no 3º nós, com o auxílio de um paquímetro, do colmo sem a presença da bainha da folha.

##### 3.9.1.4.5 Estatura de planta

Com o auxílio de uma trena foi feita a medida da planta desde sua base, rente ao solo, até a inserção da folha +1.

### 3.9.1.5 PRODUÇÃO

#### 3.9.1.5.1 Toneladas de Colmo Por Hectare – TCH

Para o cálculo de TCH, foi utilizada a média da massa fresca do colmo de uma planta, multiplicada pelo número médio de plantas por metro quadrado, existente na parcela e assim extrapolado para um hectare. Para a estimativa de TCH foi utilizada a fórmula proposta por Martin e Landell (1995).

$$TCH = (D^2 \times NCM \times (H \times 0,000784))/1,40$$

Onde: TCH – Toneladas de colmos por hectare;

D – Diâmetro da base do colmo;

NCM – Número de colmos por metro linear;

H – Estatura de planta;

Fator de correção – 0,000784;

Espaçamento – 1,40.

### 3.9.2 ANÁLISE NÃO DESTRUTIVA

A cada 50 dias a contar a partir do de 22/10/02, foram feitas avaliações, na segunda e terceira linhas de plantio, onde de todos os perfilhos, foram escolhidos os cinco melhores de cada linha, sendo assim, dez perfilhos no total de cada parcela, e estes foram marcados e identificados com etiquetas.

Para obtenção de área foliar, índice de área foliar, número de folhas verdes, diâmetro da base do colmo, estatura e TCH, foram utilizadas as mesmas metodologias descritas anteriormente.

#### 3.9.2.1. INCREMENTO DE CRESCIMENTO

Para o cálculo do incremento de crescimento, foi medida a distância da folha +3 antiga (da amostragem anterior) até a folha +3 atual, dividido pelo número de dias passados entre as duas amostragens.



## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. ANÁLISE DESTRUTIVA

#### 4.1.1. ANÁLISE DE CRESCIMENTO

##### 4.1.1.1. Taxa de assimilação líquida - TAL

As estimativas de TAL revelam, valores máximos aos 100 DAC, seguido de uma brusca queda até 150 DAC, passando para uma suave redução até os 250 DAC e ainda um leve aumento até os 350 DAC. O comportamento das cultivares é muito semelhante, apresentando valores e curvas muito próximas entre si (Figura 02). Esse alto valor, na fase inicial do desenvolvimento da cultura, decorreu segundo Gomide e Gomide (1999), de características de área foliar pequena e de alta capacidade fotossintética, própria de gramíneas tropicais, assim como as condições favoráveis de temperatura e radiação e ainda de adequada disponibilidade de nutrientes. Essa progressiva redução da TAL pode ser explicada em função da redução na capacidade fotossintética das folhas em expansão, em razão do progressivo sombreamento mutuo (Wilson e Ludlow, 1970; Woledge e Leafe, 1976 e Woledge, 1978), bem como na redução da eficiência fotossintética do dossel, em decorrência da avançada idade média das folhas (Parsons et.al., 1983; Woldge e Leafe, 1976), além do progressivo aumento da carga respiratória de manutenção (Gomide e Gomide, 1999).

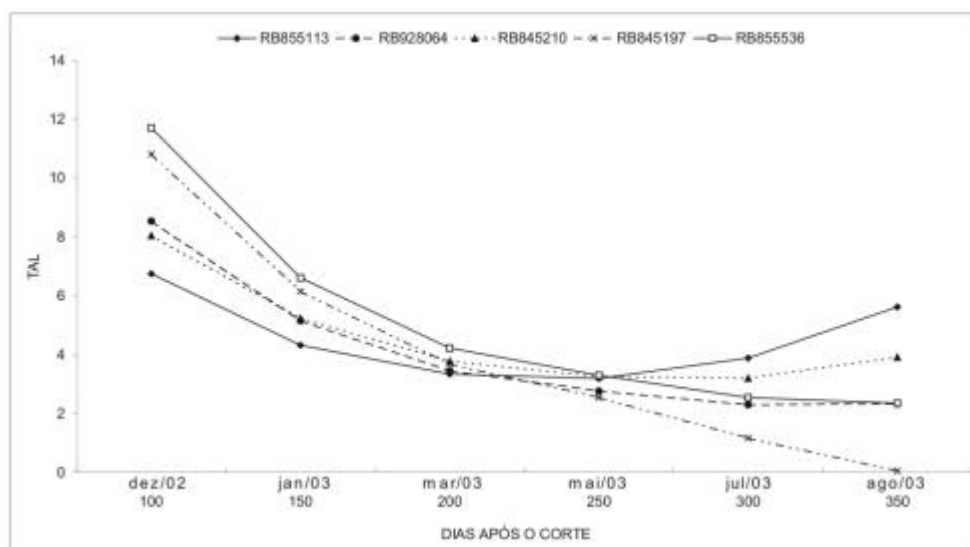


Figura 02 - Taxa de assimilação líquida de cinco cultivares de Cana-de-Açúcar, em primeira soca, sete épocas de amostragem. Análise destrutiva. Estação Experimental de Paranavaí, SCA – UFPR, 2002/2003.

Observando os resultados de TAL, pode-se agrupar as cultivares conforme seus comportamentos, sendo as RB855113 e RB845210 integrantes do primeiro grupo, apresentando valores de final de ciclo, próximos aos valores encontrados no início de ciclo de desenvolvimento, as cultivares RB855536 e RB928064, apresentaram valores que decrescem bruscamente até os 200 DAC, e decrescem suavemente até os 350 DAC, no final do ciclo, já a cultivar RB845197 apresentou valores continuamente decrescentes até o final do ciclo.

#### 4.1.1.2. Razão de área foliar – RAF

As curvas de razão de área foliar, que estão representadas na Figura 03, revelam um comportamento muito semelhante entre as cultivares estudadas, mostrando seus máximos valores aos 100 DAC, decrescendo constantemente até a colheita aos 350 DAC. Porém no início do desenvolvimento da cultura, as cultivares se dividiram em três grupos de comportamento, o da RB855113, que apresentou os maiores valores, o grupo das cultivares RB928064 e RB845210, com valores medianos e o das RB855536 e RB845197, que tiveram valores iniciais inferiores às demais, porém com o decorrer do desenvolvimento da cultura, essas diferenças foram diminuindo, até o final do ciclo, e aos 350 DAC as cultivares apresentaram valores próximos entre si. Assim constata-se, neste estudo, a diminuição dos valores para este índice fisiológico, à medida que a planta se desenvolve, e a potencialidade de produção de assimilação decresce igualmente os resultados encontrados por Rossetto e Nakagawa, (2001). De acordo com Rodrigues (1982), a RAF é uma medida relativa do aparelho assimilador, ou seja, ela representa a dimensão relativa do aparelho fotossintético, sendo bastante apropriada a avaliação dos efeitos genotípicos, climáticos e de comunidades vegetais. Este índice fisiológico expressa, também, a área foliar útil para a fotossíntese, sendo um componente morfofisiológico da análise de crescimento (Benincasa, 1988).

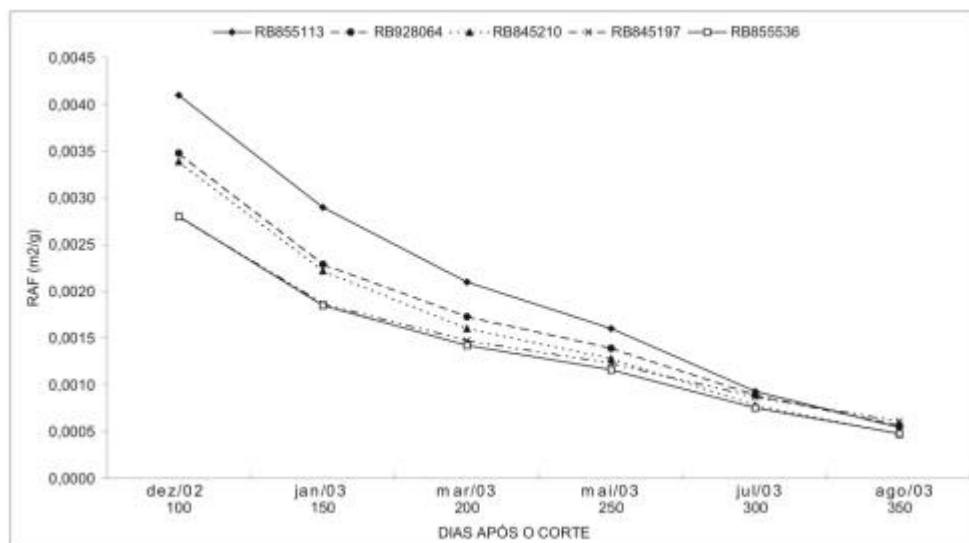


Figura 03 - Razão de área foliar de cinco cultivares de Cana-de-Açúcar, em primeira soca, sete épocas de amostragem. Análise destrutiva. Estação Experimental de Paranavaí, SCA – UFPR, 2002/2003.

#### 4.1.1.3. Taxa de crescimento relativo -TCR

A variação da taxa de crescimento relativo está representada por uma função exponencial negativa (Figura 04), com valor máximo de 0,034g/g/dia alcançado pela cultivar RB845197, aos 100 DAC, decrescendo com o tempo e estabilizando-se aos 300 DAC, já no final do ciclo. O comportamento da curva foi semelhante ao encontrado por Gava et. al. (2001) em cana - soca, porém com valores inferiores, onde a TCR máxima encontrada por eles foi de 0,135 g/g/dia. Verifica-se que o comportamento entre as cultivares foi muito semelhante, não sendo possível a separação das cultivares estudadas em grupos de comportamento. A TCR diminuiu à medida que a planta cresceu, devido, entre outros fatores, ao aumento de competição intra-específica pelos principais fatores ambientais responsáveis pelo crescimento vegetal, tais como: água, luz, nutrientes, difusão de CO<sub>2</sub> dentro do estande (Gava et. al., 2001). Essa diminuição contínua da TCR pode ser explicada pela elevação da atividade respiratória e pelo auto-sombreamento, cuja importância aumenta com a idade da planta. Além disso, na fase final da cultura, o crescimento se torna negativo em função da morte das folhas e gemas (Melthorpe e Moorby, 1974). Visto que  $TCR = RAF \times TAL$ , a semelhança das curvas para estes três índices (Figuras 02,03 e 04) sugere que durante a fase de estabelecimento deste estudo, tanto RAF como TAL tiveram igual influência sobre as estimativas de TCR observadas. Este comportamento foi encontrado também por Gomide e Gomide (1999) em *Panicum*

*maximum*, entretanto em feijão-fava a variação na TCR de um ano para outro foi mais dependente de TAL que RAF (Costa et. a.l., 1997). Porém segundo Poorter (1989), a RAF é o principal componente da TCR, determinando sua variação.

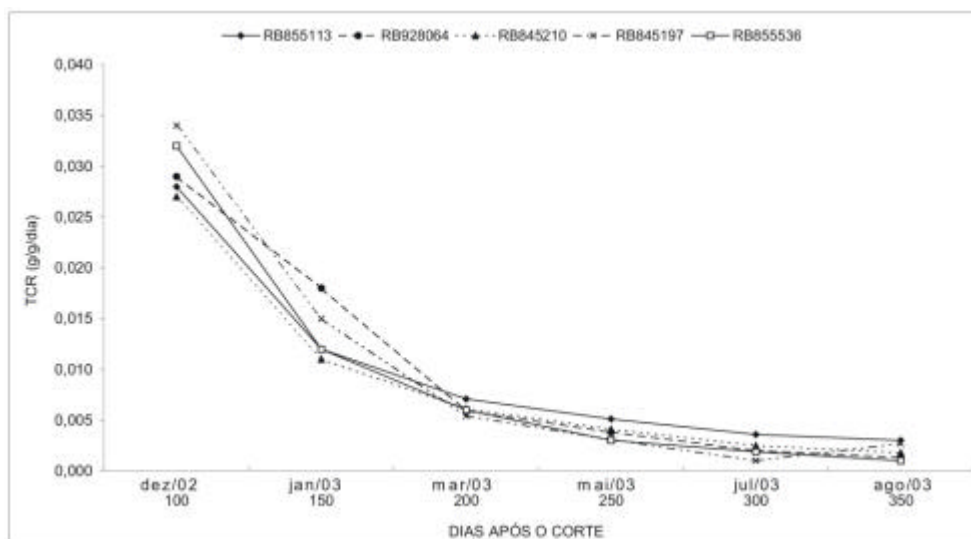


Figura 04 - Taxa de crescimento relativo de cinco cultivares de Cana-de-Açúcar em primeira soca, sete épocas de amostragem. Análise destrutiva. Estação Experimental de Paranaíba, SCA – UFPR, 2002/2003.

#### 4.1.1.4. Área Foliar Específica - AFE

A Figura 05 mostra os resultados obtidos para AFE, para as cultivares da cultura de cana-de-açúcar. Pode-se observar que os comportamentos entre as cultivares estudadas são muito semelhantes, apresentando valores maiores no início do ciclo da cultura, pelo acúmulo de reservas nas folhas, quando as cultivares dividiram-se em três grupos de comportamento, o da RB855113, que apresentou valores superiores às demais, o grupo das cultivares RB928064 e RB845210, com valores medianos e o das RB855536 e RB845197, que tiveram valores iniciais inferiores às demais, porém com o decorrer do desenvolvimento da cultura, essas diferenças foram diminuindo, até o final do ciclo, e aos 350 DAC as cultivares apresentaram valores próximos entre si. Os valores foram decrescendo com o desenvolvimento da cultura, mostrando que a cultura da cana-de-açúcar transloca suas reservas das folhas para outras partes da planta, principalmente nos colmos, comportamento esse observado também por Aguiar Netto et. al. (1999), na cultura da batata sob diversas lâminas de irrigação. De acordo com Radford (1967), a AFE representa as diferenças no espessamento foliar, ou seja, permite verificar se as plantas estão

acumulando fotoassimilados em suas folhas ou translocando-os para outros órgãos. Considerando que a área foliar é um componente anatômico de uma espécie vegetal, pois está relacionado à composição interna (número ou tamanho das células do mesófilo foliar), verifica-se que na verdade o inverso da AFE reflete a espessura das folhas (Benincasa, 1988). Assim parece lógico que no início do desenvolvimento vegetativo os valores da AFE sejam maiores, caindo a seguir e tornando-se constante posteriormente, conforme analisou Rodrigues (1990).

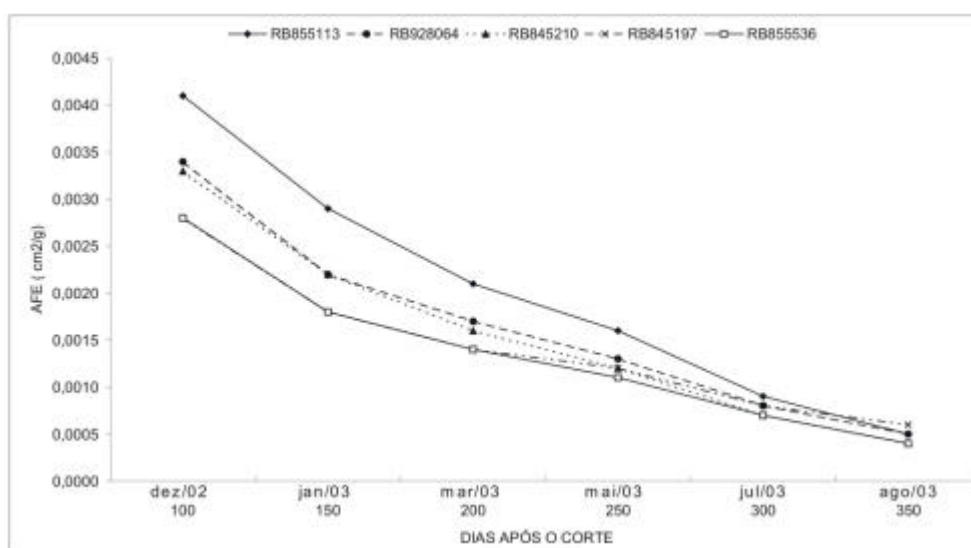


Figura 05 - Área foliar específica de cinco cultivares de Cana-de-Açúcar, em primeira soca, sete épocas de amostragem. Análise destrutiva. Estação Experimental de Paranaíba, SCA – UFPR, 2002/2003.

Como a RAF é a medida do aparelho fotoassimilador, que é a folha, e seus resultados mostraram que com o passar do tempo a capacidade fotossintética da cana decresce, e a AFE representa onde a planta está acumulando suas reservas, que seus valores também decrescem com o passar do tempo, pode-se dizer que, a capacidade fotossintética diminui com o desenvolvimento da cultura da cana pois, a planta está desenvolvendo outros órgãos, que não foliares, que demandam energia, e que são chamados de drenos, como os colmos, raízes e folhas velhas, a parece redundante afirmar que a cana acumula suas reservas no colmo e rizomas, sendo estes órgãos, drenos da energia acumulada pelas folhas, como pode ser observado pelos dados de RAF e AFE.

Observando as Figuras 02,03,04 e 05, pode-se agrupar as cultivares estudadas conforme seus comportamentos, e assim formar três grupos; o das cultivares RB855536 e RB845197, o das cultivares RB845210 e RB928064 e o da cultivar RB855113.

#### 4.1.2. CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS

##### 4.1.2.1. Perfilhamento

O comportamento do perfilhamento entre as cultivares, pode ser dividido em três grupos; o primeiro com um grande perfilhamento inicial, apresentando um máximo perfilhamento de 29,6 perfilhos por metro linear atingido pela cultivar RB855113 e de 28,3 perfilhos alcançado pela cultivar RB855536 aos 100 DAC, com uma queda brusca até os 150 DAC, estabilizando-se a partir desta época, o segundo grupo é o das cultivares RB928064 e RB845197 que tiveram um perfilhamento inicial mais suave não apresentando grandes diferenças de perfilhamento entre as épocas de amostragem, ou seja, tendo um perfilhamento mais estável, quando comparado com as outras cultivares estudadas, o terceiro grupo é o da cultivar RB845210 que teve seu pico de 23 perfilhos por metro linear, aos 50 DAC, apresentando uma queda brusca até os 100 DAC, estabilizando-se a partir desta época até a colheita (Figura 06). A cultivar RB928064 teve um perfilhamento mais suave, ou seja, o pico aos 50 DAC, de 14 perfilhos por metro linear, não foi tão diferente das outras épocas, apresentou uma suave redução até os 200 DAC, aumentando na época seguinte e estabilizando-se até a colheita. Resultados estes, diferentes dos encontrados por Alvarez e Castro (1999), onde o pico de perfilhamento ocorreu aos 250 DAC; e bem inferiores aos encontrados por Silva et. al., 2001 e Dalri, 2001, quando comparados nas mesmas épocas (DAC), descritas por estes autores. Uma possível explicação para esse comportamento de perfilhamento intenso, no início do ciclo, se deve a alta luminosidade disponível e espaço aéreo para exploração das plantas, conforme os primeiros perfilhos vão se desenvolvendo e ocupando maior espaço no solo e no ar, as suas folhas vão sombreando aqueles que brotaram depois, e que são menores, sendo estes primeiros mais eficientes na competição por água e luz, fazendo com que esses mais novos não consigam sobreviver, morrendo antes de se tornarem plantas completas.

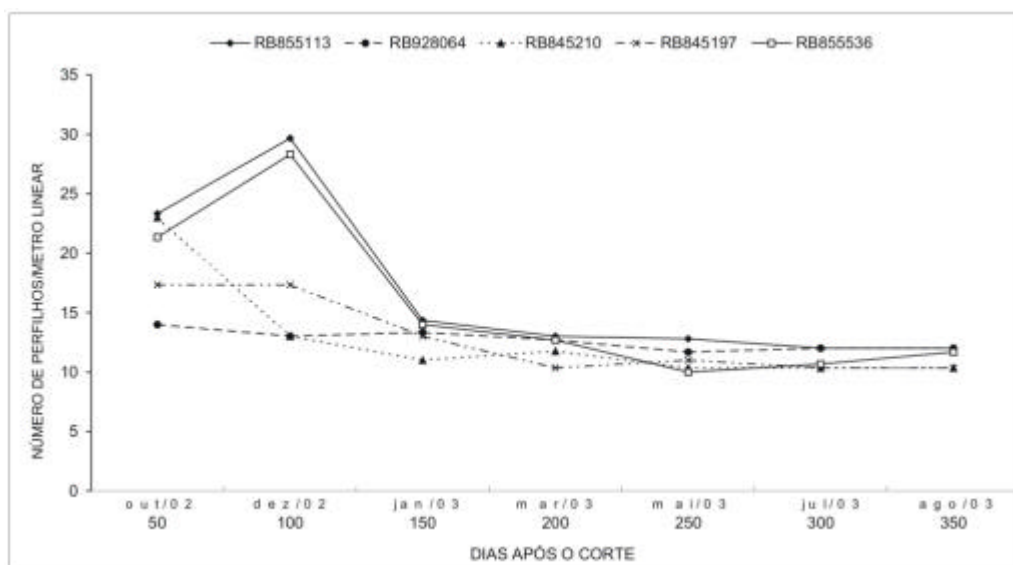


Figura 06 - Número de perfilhos por metro linear, de cinco cultivares de Cana-de-Açúcar em primeira soca, sete épocas de amostragem. Análise destrutiva. Estação Experimental de Paranavaí, SCA - UFPR, 2002/2003.

Observa-se na Tabela 01, para o número de perfilhos por metro linear, que as cultivares RB855113 e RB855536, apresentaram maior número de perfilhos, aos 100 DAC; a cultivar RB845210, aos 50 DAC e a RB845197 aos 50 e 100 DAC, não tendo diferença estatística entre estas épocas. Já a cultivar RB928064 não apresentou diferença estatística entre as épocas de amostragem. Entre as cultivares, a partir dos 150 DAC, não houve diferença estatística no número de perfilhos por metro linear, até os 350 DAC, que foi onde ocorreu a colheita. Aos 100 DAC, as cultivares RB855113, com 29,67 perfilhos e a RB855536 com 28,30 perfilhos por metro linear, não diferiram estatisticamente entre si e foram superiores às demais. Esse comportamento indica, que por maior gasto energético que estas cultivares tenham no início do crescimento para a formação de novos perfilhos isso não interfere na formação de novas folhas nem de índice de área foliar como podemos observar nas tabelas 02 e 03, e que no decorrer do crescimento e próximo à maturação e colheita, ou seja, a partir dos 200 DAC, neste estudo, para as condições de clima e solo, as cultivares apresentaram números semelhantes de perfilhos por metro linear, não diferindo estatisticamente entre si.

Tabela 01 - Número de perfilhos por metro linear de cinco cultivares de Cana-de-Açúcar em primeira soca, sete épocas de amostragem. Análise destrutiva. Estação Experimental de Paranavaí, SCA – UFPR, 2002/2003.

ÉPOCAS	CULTIVARES				
	RB855113	RB928064	RB845210	RB845197	RB855536
50 DAC	23,33 b A	14,00 a B	23,00 a AB	17,30 a AB	21,30 b A
100 DAC	29,67 a A	13,00 ab BC	13,00 b C	17,30 a B	28,30 a A
150 DAC	14,33 c A	13,33 ab A	11,00 b A	13,00 b A	14,00 c A
200 DAC	13,00 c A	12,67 b A	11,76 b A	10,30 b A	12,67 c A
250 DAC	12,80 c A	11,67 ab A	10,30 b A	11,00 b A	10,00 c A
300 DAC	12,00 c A	12,00 ab A	10,30 b A	10,30 b A	10,67 c A
350 DAC	12,00 c A	12,00 ab A	10,30 b A	10,30 b A	10,67 c A

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na vertical e maiúscula na horizontal, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade.

Os resultados da análise de variância estão apresentados no Anexo 1

#### 4.1.2.2. Número de folhas verdes por planta

O número de folhas verdes por planta e os resultados do teste de Tukey estão representados na Tabela 02. Verifica-se pelos resultados que até os 100 DAC ocorre um pequeno aumento no número de folhas verdes por planta, para todas as cultivares estudadas, correspondendo com o período de intenso perfilhamento destas, ou seja, a planta está utilizando energia obtida para perfilhar, o que reflete em pequena produção de folhas, porém estas folhas são altamente eficientes fotossinteticamente, que pode ser confirmado com os resultados da taxa de assimilação líquida, representados na Figura 02, convertendo a energia luminosa em fotoassimilados, tendo portanto nesta fase, uma grande área foliar útil para a fotossíntese, que pode ser observada na Figura 03, que representa os dados de razão de área foliar das cultivares estudadas. A partir desta época, o número de folhas verdes aumenta até os 250 DAC, com uma redução até os 300 DAC e novamente um leve aumento até os 350 DAC.

Para todas as cultivares estudadas, a época que apresentou maior número de folhas verdes por planta foi aos 250 DAC, porém desde os 150 DAC não houve diferença estatística nas épocas de avaliação até a época acima especificada, ou seja, esse é o período de maior número de folhas verdes por planta em todo o ciclo de cana-soca (aproximadamente 12 meses).



Tabela 02. Número de folhas verdes por planta, de cinco cultivares de Cana-de-Açúcar, em primeira soca, sete épocas de amostragem. Análise destrutiva. Estação Experimental de Paranavaí, Paranavaí, SCA - UFPR, 2002/2003.

ÉPOCAS	CULTIVARES				
	RB855113	RB928064	RB845210	RB845197	RB855536
50 DAC	3,49 d A	4,59 d A	4,37 d A	3,62 c A	3,58 c A
100 DAC	4,68 cd AB	4,69 cd AB	5,26 cd A	4,65 bc AB	3,79 c B
150 DAC	8,76 a A	8,07 a ABC	8,38 a AB	7,12 a C	7,29 a BC
200 DAC	8,73 a A	8,11 a AB	8,40 a AB	7,22 a B	7,02 a BC
250 DAC	9,29 a A	8,33 a AB	8,41 a AB	7,58 a B	7,40 a B
300 DAC	5,43 bc AB	6,49 b A	5,63 bc AB	5,07 b B	5,82 b AB
350 DAC	6,64 b AB	5,97 bc B	6,37 bc AB	6,87 a AB	7,40 a A

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na vertical e maiúscula na horizontal, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade.

Os resultados da análise de variância estão apresentados no Anexo 1.

Como pode ser observado na Figura 07, o número de folhas verdes por planta são muito semelhante entre as cultivares, mostrando um aumento lento entre a primeira e a segunda época de avaliação, seguido de um aumento consideravelmente grande, (58% em média até os 150 DAC), mantendo-se aparentemente estável até os 250 DAC e diminuindo até os 300 DAC e apresentando um leve aumento até os 350 DAC.

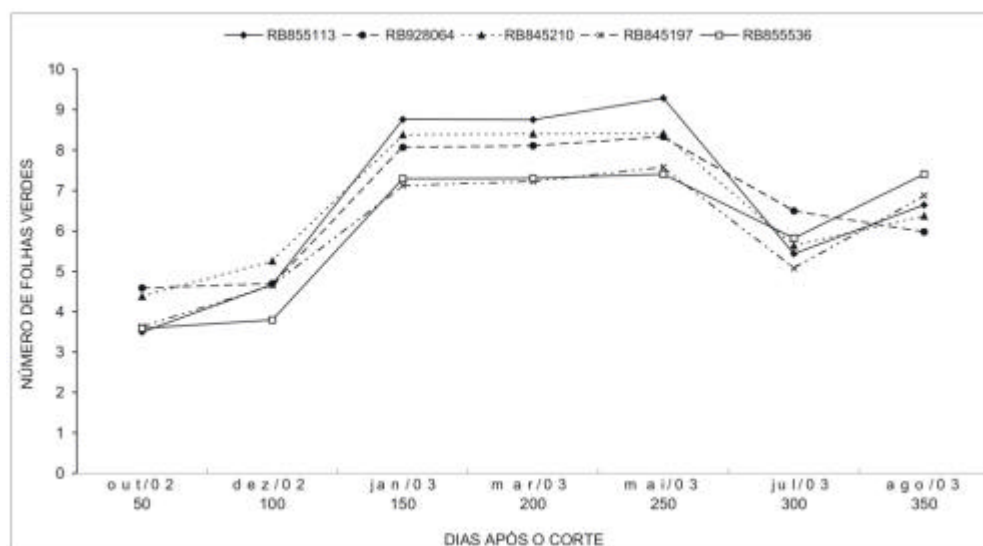


Figura 07 - Número de folhas verdes por planta, de cinco cultivares de Cana-de-Açúcar, em primeira soca, sete épocas de amostragem. Análise destrutiva. Estação Experimental de Paranavaí, SCA - UFPR, 2002/2003.

#### 4.1.2.3. Índice de Área Foliar - IAF

O Índice de área foliar (IAF), das cultivares estudadas estão representados na tabela 03 e de acordo com eles pode-se dizer que a época que apresentou maior IAF foi aos 200 DAC, e a partir daí decresceu até a colheita aos 350 DAC.

Tabela 03. Índice de área foliar de cinco cultivares de Cana-de-Açúcar, em primeira soca, sete épocas de amostragem. Análise destrutiva. Estação Experimental de Paranaíba, SCA – UFPR, 2002/2003.

ÉPOCAS	CULTIVARES				
	RB855113	RB928064	RB845210	RB845197	RB855536
50 DAC	1,53 d A	1,28 e A	1,64 e A	1,54 c A	1,13 c A
100 DAC	4,48 b A	3,31 cd BC	2,52 de C	3,57 b AB	3,56 b ABC
150 DAC	4,99 b A	4,27 bc AB	3,71 cd B	4,32 b AB	4,34 ab AB
200 DAC	6,99 a A	6,80 a AB	6,21 a AB	5,69 a BC	4,96 a C
250 DAC	4,62 b A	4,55 b A	5,49 ab A	4,49 ab A	4,57 ab A
300 DAC	4,60 b A	3,40 bcd B	4,38 bc AB	4,19 b AB	4,46 ab A
350 DAC	3,24 c ABC	2,90 d BC	2,48 e C	4,28 b A	3,57 b AB

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na vertical e maiúscula na horizontal, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade.

Os resultados da análise de variância estão apresentados no Anexo 1.

Pode ser observado na Figura 08, que o comportamento das cultivares foi muito semelhante, todas apresentaram um rápido crescimento até os 100 DAC, seguido de um crescimento mais lento e novamente um rápido crescimento até atingirem seus picos de Índice de área foliar aos 200 DAC, e a partir desta época decrescendo até os 350 DAC, na época da colheita, período no qual a planta está translocando seus fotoassimilados para aumento de diâmetro do colmo como pode ser observado pela figura 09, e acúmulo de sacarose no colmo.

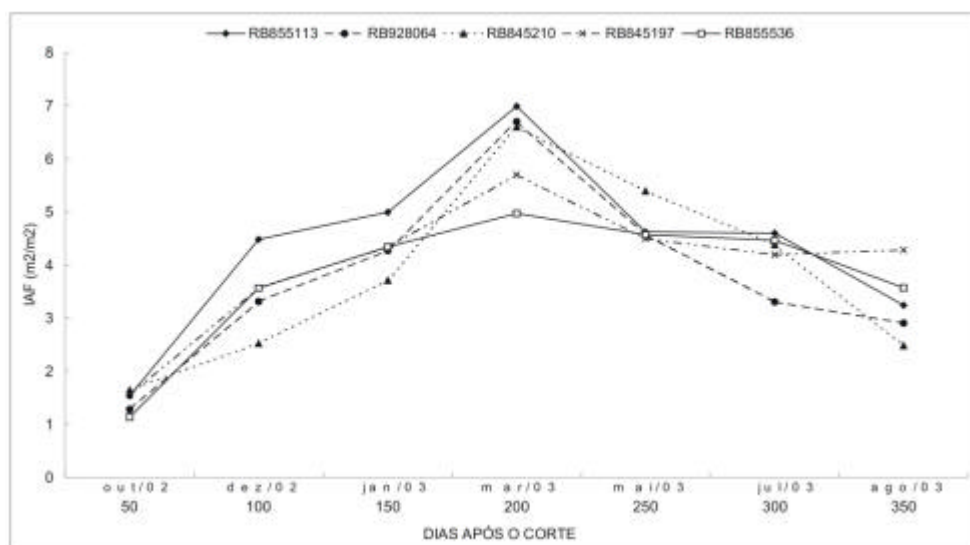


Figura 08 - . Índice de área foliar de cinco cultivares de Cana-de-Açúcar, em sete épocas de amostragem. Análise destrutiva. Estação Experimental de Paranavaí, SCA - UFPR, 2002/2003.

#### 4.1.2.4. Diâmetro médio da base do Colmo

Os resultados de diâmetro médio da base do colmo estão representados na Tabela 04, apresentando diferença estatística apenas entre a primeira e a segunda época de avaliação para as cultivares RB855113, RB928064, RB845210 e RB845197, para a cultivar RB855536 houve diferença estatística entre as três primeiras épocas de avaliação e a partir dos 150 DAC até os 350 DAC não houve diferença. Já para as outras cultivares citadas acima, não houve diferença estatística no diâmetro de colmo desde os 100 DAC até os 350 DAC.

Tabela 04. Diâmetro médio da base do colmo (cm) de cinco cultivares de Cana-de-Açúcar, em primeira soca, sete épocas de amostragem. Análise destrutiva. Estação Experimental de Paranavaí, SCA – UFPR, 2002/2003.

ÉPOCAS	CULTIVARES				
	RB855113	RB928064	RB845210	RB845197	RB855536
50 DAC	1,05 b A	1,38 b A	1,16 b A	1,37 b A	1,13 c A
100 DAC	2,36 a A	2,44 a A	2,37 a A	2,27 a A	1,68 b B
150 DAC	2,62 a A	2,69 a A	2,49 a A	2,52 a A	2,47 a A
200 DAC	2,57 a AB	2,69 a A	2,46 a AB	2,26 a B	2,33 a B
250 DAC	2,38 a B	2,79 a A	2,38 a B	2,38 a B	2,56 a AB
300 DAC	2,35 a B	2,49 a B	2,55 a A	2,39 a A	2,39 a A
350 DAC	2,57 a A	2,61 a A	2,57 a A	2,38 a A	2,38 a A

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na vertical e maiúscula na horizontal, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade.

Os resultados da análise de variância estão apresentados no Anexo 1.

Como pode ser observado na Figura 09, o comportamento entre as cultivares para diâmetro médio de colmo, foi muito semelhante, apresentando uma aparente estabilização a partir dos 150 DAC até a colheita, aos 350 DAC.

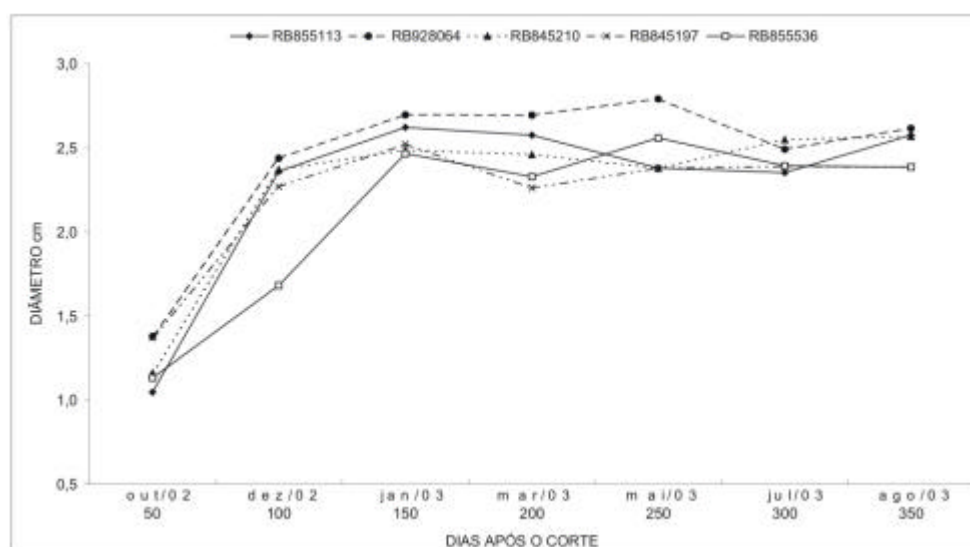


Figura 09 - Diâmetro médio da base do colmo de cinco cultivares de Cana-de-Açúcar, em primeira soca, sete épocas de amostragem. Análise destrutiva. Estação Experimental de Paranavaí, SCA - UFPR, 2002/2003.

#### 4.1.2.5 Estatura de Planta

Observa-se para estatura de planta (Tabela 05) revelaram que para as cultivares RB928064 e RB855536 as épocas que apresentaram maior estatura foram as de 250, 300 e 350 DAC, não diferindo estatisticamente entre si. Para as cultivares RB855113, RB845210 e RB845197 foi aos 300 e 350 DAC que ocorreram os maiores valores de estatura de planta, não diferindo estatisticamente entre si, nas épocas e entre as cultivares aos 300 DAC, já aos 350 DAC, diferiram estatisticamente entre si as cultivares RB855113, com valor médio inferior à RB845210 e RB855536, que não tiveram diferença estatística entre si.

Tabela 05. Estatura de planta de cinco cultivares de Cana-de-Açúcar, em primeira soca, sete épocas de amostragem. Análise destrutiva. Estação Experimental de Paranaíba, SCA – UFPR, 2002/2003.

CULTIVARES					
ÉPOCAS	RB855113	RB928064	RB845210	RB845197	RB855536
50 DAC	13,80 f A	18,90 e A	17,37 e A	13,17 f A	17,85 d A
100 DAC	54,55 e AB	64,63 d AB	72,74 d A	58,52 e AB	44,06 d B
150 DAC	151,50 d A	153,50 c A	161,50 c A	149,60 d A	153,4 c A
200 DAC	208,80 c B	236,00 b A	236,00 b A	220,40 c AB	228,40 b AB
250 DAC	250,00 b C	287,90 a A	261,90 b BC	256,80 b BC	289,10 a A
300 DAC	283,60 a A	289,10 a A	290,50 a A	281,20 ab A	290,1 a A
350 DAC	285,70 a B	290,50 a AB	305,50 a A	290,80 a AB	314,60 a A

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na vertical e maiúscula na horizontal, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade.

Os resultados da análise de variância estão apresentados no Anexo 1.

A Figura 10 nos mostra que, para todas as cultivares estudadas, os comportamentos das curvas de evolução da estatura de planta, foram bem semelhantes, apresentando um formato sigmoidal, como relatado na literatura (Gosnell, 1969; San Jose & Medina, 1970; Yoon, 1971; Irvine, 1983; Brzesowsky, 1986).

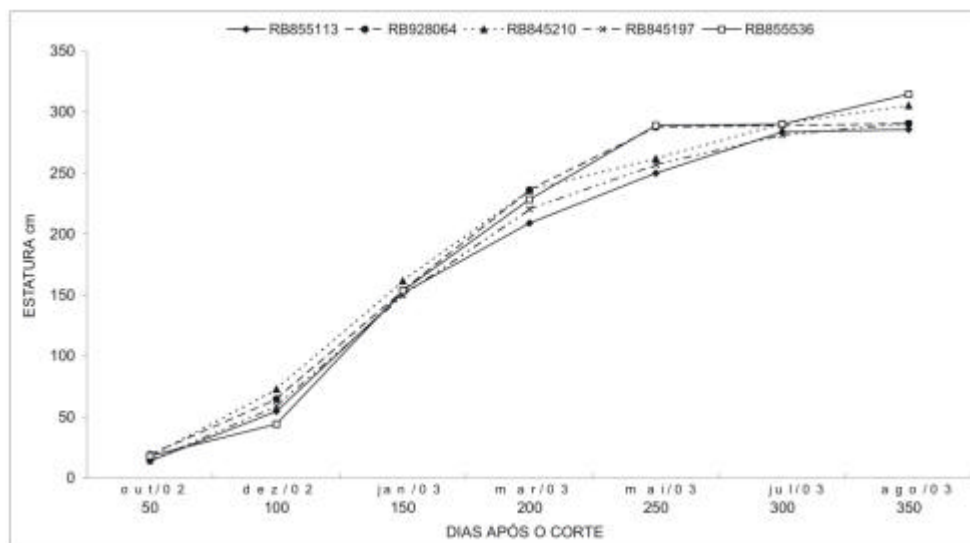


Figura 10 - Estatura de planta de cinco cultivares de Cana-de-Açúcar, em primeira soca, sete épocas de amostragem. Análise destrutiva. Estação Experimental de Paranaíba, SCA - UFPR, 2002/2003.

#### 4.1.2.6 Distribuição da Massa Seca

Os resultados de massa seca da planta estão representados na Tabela 06, Assim como foi observado nas variáveis anteriores, os resultados de distribuição de massa seca, tanto de folha + bainha, quanto de colmo, e total, apresentaram a mesma tendência de crescimento.

O acúmulo de massa seca no colmo foi pequeno até os 100 DAC, período no qual a planta estava translocando seus fotoassimilados para produção de folhas e intenso perfilhamento, como pode-se observar nas tabelas 01 e 06 e na figura 06. A partir desta época em diante, nota-se que o acúmulo de massa seca nos colmos é crescente até os 300 DAC, onde ocorreram os maiores valores, seguido de uma suave redução até os 350 DAC, época da colheita.

A evolução da massa seca de folha + bainha, foi crescente até os 300 DAC, apresentando uma suave redução até os 350 DAC. De acordo com Machado et al. (1982) após 100 dias de ciclo, a massa seca de folhas representa 70% de toda a massa seca da planta, ocorrendo então, depois desta fase, uma diminuição progressiva até o final do ciclo em torno de 400 dias, onde a quantidade de massa seca das folhas passa a representar apenas 9% da massa seca total da planta. No presente estudo, pode-se observar resultados muito semelhantes aos descritos pelo autor acima citado (Figura 11).

Tabela 06. Distribuição da massa seca de folha + bainha, de colmo e total por planta, de cinco cultivares de Cana-de-Açúcar, em primeira soca, sete épocas de amostragem. Análise destrutiva. Estação Experimental de Paranavaí, SCA – UFPR, 2002/2003.

CULTIVARES		EPOCAS						
		50 DAC	100 DAC	150 DAC	200 DAC	250 DAC	300 DAC	350 DAC
FOLHA + BAINHA	RB855113	6,6 d A	27,2 d A	61,2 c A	94,6 b A	100,2 b A	147,5 a AB	97,6 b A
	RB928064	9,5 d A	29,6 d A	62,4 c A	94,6 b A	114,6 b A	146,5 a AB	63,5 c B
	RB845210	7,4 e A	37,0 d A	64,3 cd A	104,4 b A	111,0 b A	167,6 a A	74,5 c AB
	RB845197	6,0 e A	30,1 de A	56,9 cd A	103,2 b A	116,3 ab A	136,1 a B	66,7 c B
	RB855536	6,8 e A	17,6 e A	55,8 d A	97,7 bc A	118,3 ab A	128,5 a B	79,9 cd AB
COLMO	RB855113	0 d A	7,0 d A	67,2 d A	161,3 d A	248,9 c B	368,1 b AB	388,9 a A
	RB928064	0 d A	7,6 d A	74,8 d A	201,3 d A	308,3 c AB	399,2 a AB	368,3 ab A
	RB845210	0 d A	12,9 d A	87,1 c A	226,8 b A	248,8 b B	433,2 a A	384,8 a A
	RB845197	0 d A	10,6 c A	65,7 c A	184,8 b A	296,2 a AB	333,1 a B	291,4 a B
	RB855536	0 d A	4,4 c A	69,8 c A	198,0 b A	323,9 a A	383,1 a AB	351,3 a AB
TOTAL	RB855113	6,6 d A	34,3 cd A	128,5 c A	255,9 b A	349,1 b B	515,7 a AB	486,6 a A
	RB928064	9,5 e A	37,3 de A	137,3 d A	295,9 c A	422,9 b AB	545,7 a AB	431,8 b AB
	RB845210	7,4 e A	50,0 de A	151,4 d A	331,1 c A	359,7 bc AB	600,8 a A	459,3 b A
	RB845197	6,0 e A	40,6 de A	122,7 d A	288,0 c A	412,5 ab AB	469,2 a B	358,1 bc B
	RB855536	6,8 d A	22,1 d A	125,7 c A	295,7 b A	442,2 a A	511,5 a B	431,1 a AB

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na horizontal e maiúscula na vertical, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade.

Os resultados da análise de variância estão apresentados no Anexo 2.

Na Figura 11 pode-se observar a distribuição de massa seca, em porcentagem de folha e colmo, por planta das cultivares estudadas. Nota-se que as cultivares apresentaram a mesma tendência de distribuição de massa seca, do início do ciclo até os 150 DAC, o maior acúmulo de massa seca estava sendo destinado para produção de folhas e a partir daí, a cultura passou a apresentar maior acúmulo de massa seca nos colmos. Na cana - planta, Oliveira (2004) observou esta conversão ao redor dos 280 dias após o plantio, o que pode-se dizer com isso, é que a cana - soca se desenvolve bem mais rápido que a cana - planta, pois ela já tem seu sistema radicular formado, não tendo portanto, que gastar energia da fase inicial para a formação de raízes e rizomas.

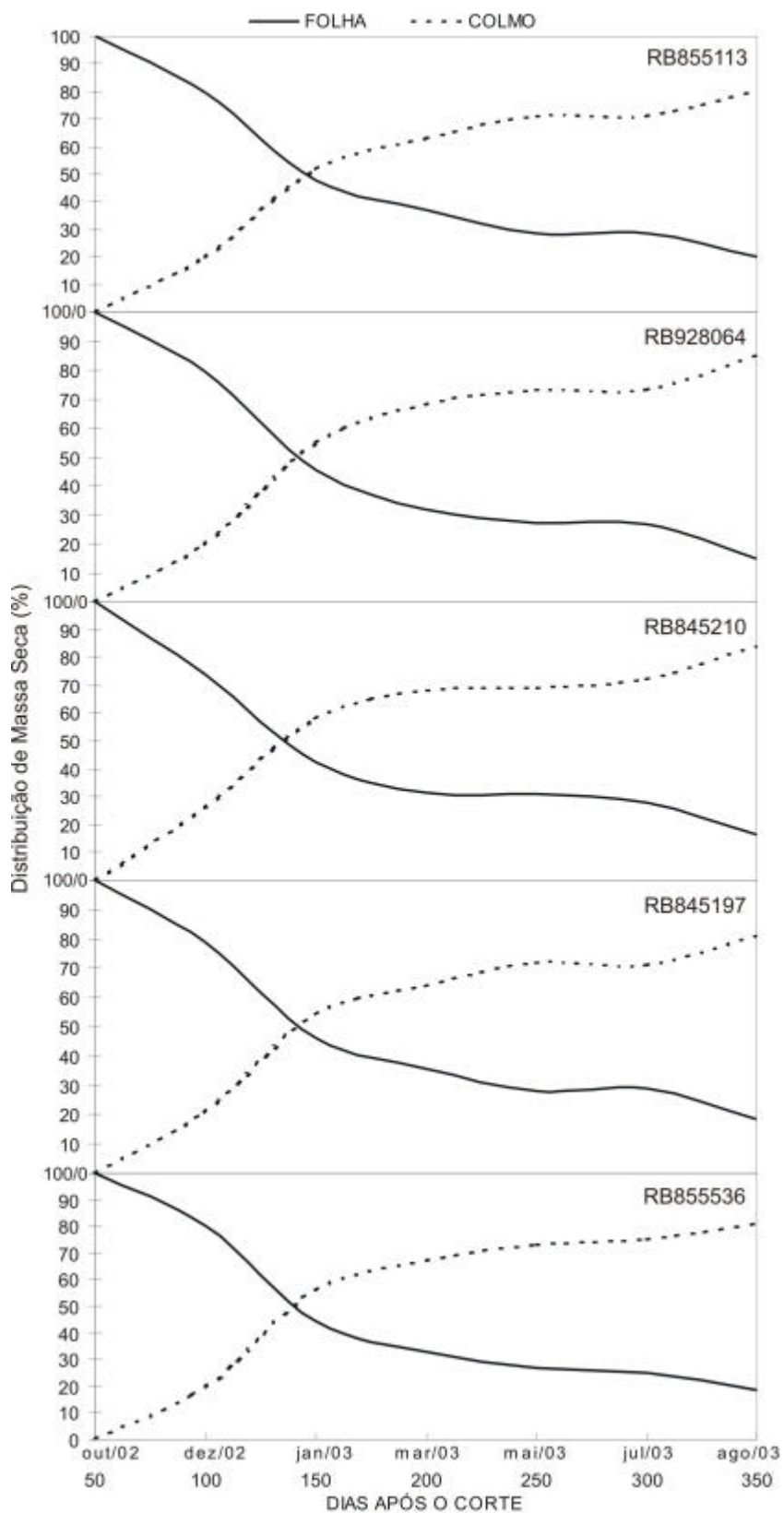


Figura 11 - Distribuição de massa seca de folha + bainha e de colmo, de cinco cultivares de Cana-de-Açúcar, em primeira soca, sete épocas de amostragem. Análise destrutiva. Estação Experimental de Paranavaí, SCA - UFPR, 2002/2003.



#### 4.1.3. PRODUÇÃO

##### 4.1.3.1. Toneladas de Colmos por Hectare – TCH

A Figura 12 mostra valores de TCH calculados a partir dos dados de massa fresca de colmo das cultivares estudadas, e valores calculados pela fórmula proposta por Martins e Landell (1995), em função do diâmetro, estatura e número de colmos por metro linear das cultivares estudada. A partir destes resultados, pode-se observar que, mesmo com valores um pouco diferentes, as cultivares apresentaram a mesma tendência tanto nos valores calculados pela massa fresca, que é a metodologia usualmente empregada para o cálculo de TCH, e pelos valores calculados pela fórmula, que serve para se obter uma estimativa de TCH, que neste estudo, ficou bem próxima daquela calculada pela massa fresca, à exceção da cultivar RB845197.

A cultivar RB928064 foi a que teve maior produtividade em relação às demais, apresentando diferença estatística somente da cultivar RB845197 que foi a que teve menor valor médio de TCH para os valores calculados pela massa de colmo. Para os valores calculados pela fórmula, as duas cultivares que se apresentaram superiores as demais foram a RB855113 e RB928064, não apresentando diferença estatística entre si, e a cultivar que apresentou valores médios menores foi a RB845197, igualmente ao resultado alcançado pela metodologia anteriormente citada. Comparando a real produtividade, aquela calculada pela massa fresca do colmo, das cultivares estudadas neste trabalho, com outras estudadas por outros autores, como Silva et. al. (2001); Maule, et. al. (2001) e Dalri (2001), estas estão abaixo das encontradas por eles. Os resultados da análise de variância encontram-se no Anexo 3.

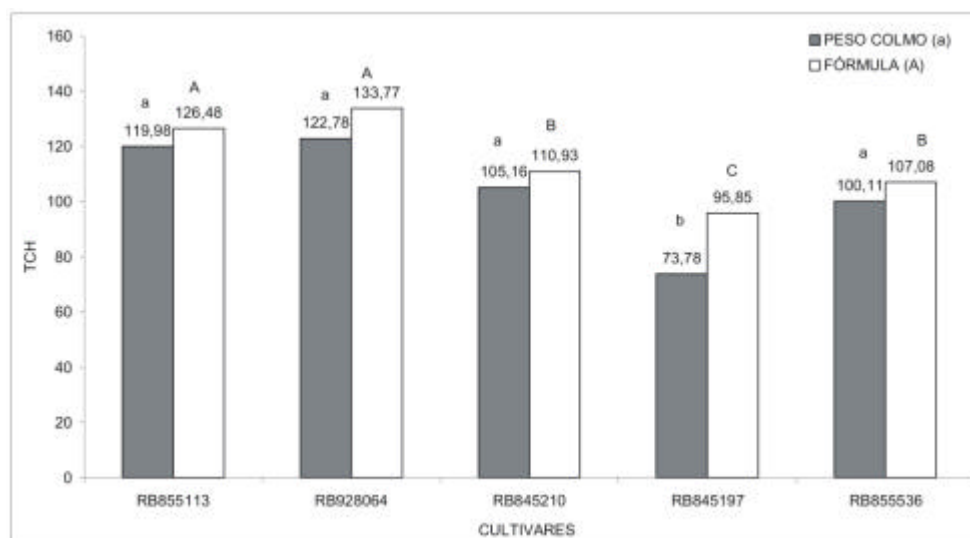


Figura 12 - Toneladas de colmo por hectare, de cinco cultivares de Cana-de-Açúcar, em primeira soca, sete épocas de amostragem. Análise destrutiva. Estação Experimental de Paranavaí, SCA - UFPR, 2002/2003.

## 4.2. ANÁLISE NÃO DESTRUTIVA

### 4.2.1. CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS

#### 4.2.1.1 Número de folhas verdes por planta

Os resultados para o número de folhas verdes por planta (Tabela 07), revelaram que para as cultivares RB855113 e RB928064 a época que apresentou maior número foi aos 200 DAC, sendo a primeira estatisticamente superior à segunda, e as cultivares RB845210, RB 845197 e RB855536 foi aos 250 DAC, que apresentaram maior número de folhas verdes por planta, não diferindo entre si estatisticamente, nesta época. Com esses dados foi possível observar que o maior número de folhas verdes por planta, nas cultivares estudadas, não ocorre na mesma época, não sendo, portanto, uma característica de comparação de crescimento entre elas. Pôde ser observado também, que o número de folhas verdes por planta (Figura 13) é inversamente proporcional ao diâmetro de colmo (Figura 15), pois quanto maior é o número de folhas na planta, maior é o seu auto-sombreamento, e menor o diâmetro do colmo, pois quanto menor for a luminosidade, mais finos são os colmos, (Camargo, 1968; Alvarez e Castro, 1999).

Tabela 07. Número de folhas verdes por planta de cinco cultivares de Cana-de-Açúcar, em primeira soca, sete épocas de amostragem. Análise não destrutiva. Estação Experimental de Paranavaí, SCA – UFPR, 2002/2003.

ÉPOCAS	CULTIVARES				
	RB855113	RB928064	RB845210	RB845197	RB855536
50 DAC	5,80 e A	6,00 c A	5,90 c A	5,26 c A	5,33 cd A
100 DAC	6,50 de AB	6,23 c AB	7,30 ab A	6,538 ab AB	6,10 bc B
150 DAC	9,16 b A	7,73 b B	7,43 ab B	6,57 ab B	6,96 ab B
200 DAC	10,43 a A	9,20 a B	8,00 a C	6,76 ab D	6,56 b D
250 DAC	7,73 c A	6,30 c B	8,03 a A	7,00 ab AB	7,76 a A
300 DAC	7,00 c A	6,60 c A	6,93 abc A	5,96 bc A	4,76 d B
350 DAC	7,26 cd A	7,00 bc A	6,86 bc A	7,10 a A	6,93 ab A

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na vertical e maiúscula na horizontal, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade.

Os resultados da análise de variância estão apresentados no Anexo 4.

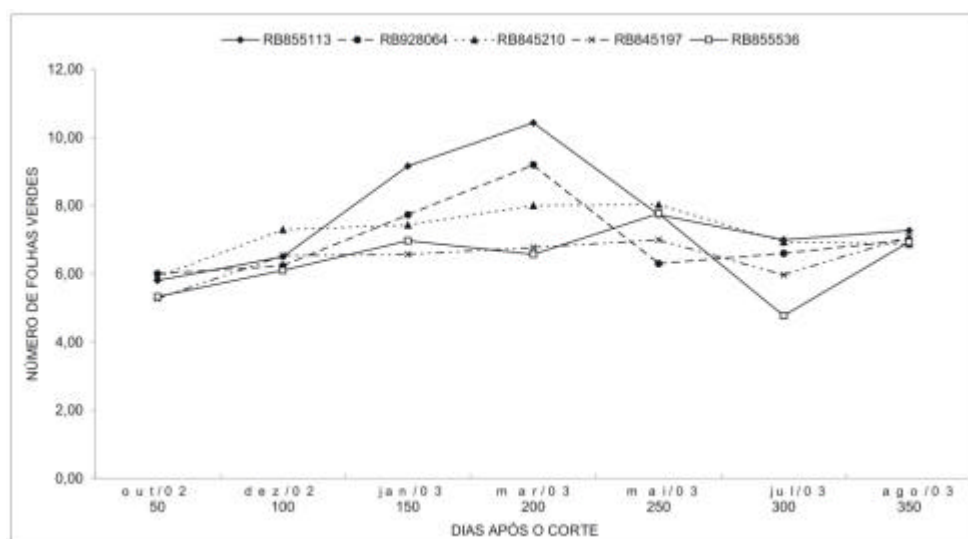


Figura 13 - Número de folhas verdes por planta, de cinco cultivares de Cana-de-Açúcar, em primeira soca, sete épocas de amostragem. Análise não destrutiva. Estação Experimental de Paranavaí, SCA - UFPR, 2002/2003.

#### 4.2.1.2 Índice de Área Foliar - IAF

Com relação ao índice de área foliar (Tabela 08), revelaram que para a cultivar RB855113 a época que apresentou maior valor foi aos 200 DAC, para a cultivar RB928064 as melhores épocas foram aos 150 e 200 DAC, sendo a RB855113 superior estatisticamente aos 200 DAC, já para as cultivares RB845210, RB845197 e RB855536 houve três épocas que apresentaram valores maiores, aos 150, 200 e 250 DAC.

Tabela 08. Índice de Área Foliar de cinco cultivares de Cana-de-Açúcar, em primeira soca, sete épocas de amostragem. Análise não destrutiva. Estação Experimental de Paranaíba, SCA – UFPR, 2002/2003.

ÉPOCAS	CULTIVARES				
	RB855113	RB928064	RB845210	RB845197	RB855536
50 DAC	1,51 d A	1,40 c A	1,47 c A	1,30 d A	1,13 c A
100 DAC	2,94 c AB	3,50 b A	3,57 b A	3,56 bc A	2,36 b B
150 DAC	5,57 b A	4,88 a AB	4,93 a AB	4,91 a AB	4,12 a B
200 DAC	7,23 a A	5,59 a B	5,11 a BC	4,48 ab CD	3,82 a D
250 DAC	5,10 b A	3,65 b C	4,62 a AB	4,26 ab ABC	3,94 a BC
300 DAC	3,87 c A	3,42 b A	3,57 b A	3,09 c A	2,04 bc B
350 DAC	3,34 c A	3,50 b A	3,32 b A	3,23 c A	2,57 b A

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na vertical e maiúscula na horizontal, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade.

Os resultados da análise de variância estão apresentados no Anexo 4.

Observando a Figura 14, pode-se observar que o comportamento do Índice de Área Foliar para as cultivares é muito semelhante, apresentando um rápido crescimento até os 200 DAC, onde foi atingido o pico deste índice, e decrescendo até o final do ciclo aos 350 DAC. Os valores observados nas cultivares RB928064, RB845210, RB845197 e RB855536 foram bem inferiores aos observados por Alvarez e Castro (1999) e Silva et. al.(2001), no entanto o valor de IAF  $4\text{m}^2/\text{m}^2$  foi atingido e superado por todas elas por volta dos 150 DAC, este é um valor de referência, pois é quando a cana consegue interceptar 95% da radiação solar (Silva et. al., 2001). Já a cultivar RB855113 apresentou um IAF muito próximo ao observado pelos autores citados anteriormente, chegando a um valor máximo de  $7,27\text{m}^2/\text{m}^2$ , observado aos 200DAC.

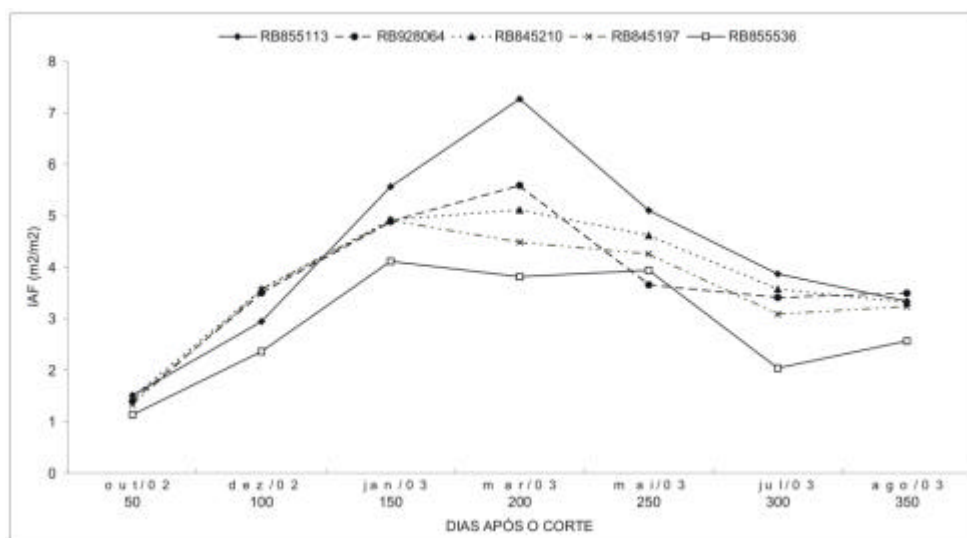


Figura 14 - . Índice de Área Foliar de cinco cultivares de Cana-de-Açúcar, em primeira soca, sete épocas de amostragem. Análise não destrutiva. Estação Experimental de Paranavaí, SCA - UFPR, 2002/2003.

#### 4.2.1.3 Diâmetro médio da base do colmo

Para diâmetro médio da base do colmo (Tabela 09), os resultados mostraram que para todas as cultivares ocorreu aumento no diâmetro do colmo até os 150DAC, e a partir desta época o diâmetro tende a se estabilizar até os 350DAC.

Tabela 09. Diâmetro médio da base do colmo (cm) de cinco cultivares de Cana-de-Açúcar, em primeira soca, sete épocas de amostragem. Análise não destrutiva. Estação Experimental de Paranavaí, SCA – UFPR, 2002/2003.

CULTIVARES					
ÉPOCAS	RB855113	RB928064	RB845210	RB845197	RB855536
50 DAC	1,94 b A	1,93 b A	1,97 b A	1,80 c A	1,77 c A
100 DAC	2,74 a B	2,86 a AB	2,90 a AB	3,35 a A	2,76 ab B
150 DAC	2,79 a A	2,77 a A	2,97 a A	3,15 ab A	2,83 ab A
200 DAC	2,66 a A	2,63 a A	2,72 a A	2,60 b A	2,41 b A
250 DAC	2,54 ab A	2,57 a A	2,65 a A	2,62 b A	2,61 ab A
300 DAC	2,47 ab B	2,46 ab B	2,59 a B	2,63 b B	3,19 a A
350 DAC	2,62 a A	2,54 a A	2,71 a A	2,67 b A	2,51 b A

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na vertical e maiúscula na horizontal, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade.

Os resultados da análise de variância estão apresentados no Anexo 4.

Os valores médios de diâmetro de colmo observados por todas as cultivares são semelhantes ao valor máximo observado por Alvarez e Castro (1999), e inferiores aos observados por Dalri (2001). A evolução do diâmetro em função do tempo mostrou-se muito semelhante, conforme mostra a Figura 15.

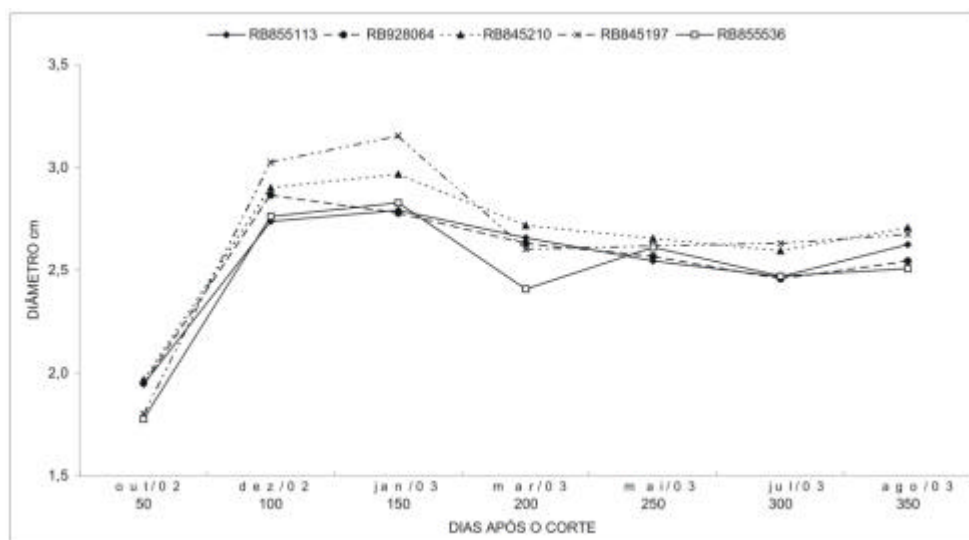


Figura 15 - . Diâmetro médio da base do colmo de cinco cultivares de Cana-de-Açúcar, em primeira soca, sete épocas de amostragem. Análise não destrutiva. Estação Experimental de Paranavaí, SCA - UFPR, 2002/2003.

#### 4.2.1.4 Estatura de Planta

Na Tabela 10, observa-se para estatura de planta que para as cultivares RB855113, RB928064 e RB845210 as épocas que apresentaram maiores valores foram aos 300 e 350DAC, não diferiram estatisticamente entre si, e foram superiores as demais. Para as cultivares RB845197 e RB855536 a época que apresentou maior estatura foi aos 350 DAC. Comparando as cultivares aos 350DAC, a que se diferenciou das demais, sendo estatisticamente inferior à elas foi a RB855113.

Tabela 10. Estatura de planta de cinco cultivares de Cana-de-Açúcar, em primeira soca, sete épocas de amostragem. Análise não destrutiva. Estação Experimental de Paranaíba, SCA – UFPR, 2002/2003.

ÉPOCAS	CULTIVARES				
	RB855113	RB928064	RB845210	RB845197	RB855536
50 DAC	20,33 f A	26,93 f A	27,46 f A	20,93 f A	22,30 f A
100 DAC	79,03 e B	99,10 e A	101,90 e A	90,63 e AB	88,33 e AB
150 DAC	148,00 d B	160,70 d AB	171,00 d A	165,70 d AB	153,10 d AB
200 DAC	239,70 c ABC	244,40 c AB	254,60 c A	222,50 c C	233,40 c BC
250 DAC	260,80 b B	277,70 b AB	284,20 b A	280,60 b A	259,1 b B
300 DAC	278,00 ab B	301,30 a AB	305,00 a AB	297,20 b AB	272,8 bB
350 DAC	290,00 a B	315,40 a A	313,70 a AB	318,3 a A	308,5 a AB

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na vertical e maiúscula na horizontal, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade.

Os resultados da análise de variância estão apresentados no Anexo 4.

A evolução da estatura da planta apresenta curva de crescimento de formato sigmoidal (Figura 16), como relatado na literatura (Gosnell, 1969; San Jose & Medina, 1970; Yoon, 1971; Irvine, 1983; Brzesowsky, 1986). Os valores encontrados são muito semelhantes aos observados por Alvarez e Castro (1999) e bem superiores aos observados por Dalri (2001). As cultivares apresentaram um comportamento muito semelhante entre si.

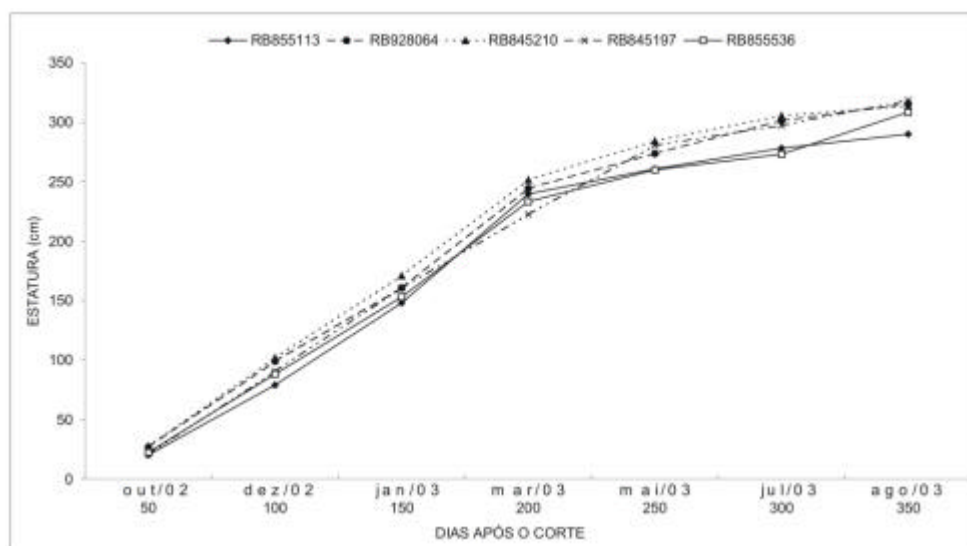


Figura 16 - Estatura de cinco cultivares de Cana-de-Açúcar, em primeira soca, sete épocas de amostragem. Análise não destrutiva. Estação Experimental de Paranaíba, SCA - UFPR, 2002/2003.

#### 4.2.1.5 Incremento de Crescimento

Os resultados do teste de Tukey para comparação de médias para o incremento de crescimento (Tabela 11), revelaram que para a cultivar RB855113 as épocas que mais tiveram incremento foram aos 150 e 200 DAC, que foram superiores as demais e não diferiram estatisticamente entre si, e para as outras cultivares estudadas, a época que apresentou maior incremento de crescimento foi aos 200 DAC, e nesta época as cultivares que apresentaram maior incremento de crescimento, ou seja, maior alongação do colmo foram as RB845210, RB845197 e RB855536.

Observando estes dados e os de índice de área foliar (IAF), nota-se que a planta até os 200 DAC está investindo no seu crescimento vegetativo, pois, é este o período de intenso crescimento, tanto em IAF, que está relacionado à área foliar e o número de plantas por metro quadrado, quanto na alongação do colmo, como mostra a Tabela 11. Verificando a Tabela 07, é também aos 200 DAC que ocorre o maior número de folhas verdes por planta, para quatro das cinco cultivares estudadas.

Tabela 11. Incremento de crescimento, de cinco cultivares de Cana-de-Açúcar, em primeira soca, sete épocas de amostragem. Análise não destrutiva. Estação Experimental de Paranavaí, SCA - UFPR, 2002/2003.

ÉPOCAS	CULTIVARES				
	RB855113	RB928064	RB845210	RB845197	RB855536
50 DAC	15,20 d A	21,90 d A	24,10 d A	15,97 d A	17,50 d A
100 DAC	56,47 b B	68,47 b A	55,78 c B	61,80 b AB	60,23 c AB
150 DAC	70,37 a AB	67,47 b B	74,20 b AB	69,90 b B	79,73 b A
200 DAC	77,27 a C	83,30 a BC	96,53 a A	89,70 a AB	90,47 a AB
250 DAC	47,43 b B	43,47 c B	51,77 c AB	61,53 b A	52,43 c AB
300 DAC	27,39 c B	26,90 d B	23,97 d B	39,33 c A	23,90 d B
350 DAC	16,45 d A	16,90 d A	9,28 e A	18,80 d A	14,80 d A

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na vertical e maiúscula na horizontal, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade.

Os resultados da análise de variância estão apresentados no Anexo 4.

O incremento de crescimento, ou seja, quanto a planta cresceu entre uma amostragem e outra, ou ainda, quanto o colmo aumentou em comprimento, (Figura 17), é diretamente proporcional ao IAF (Figura 14) e ao número de folhas verdes por planta (figura 13), isso pode ser explicado pelo fato de que quanto maior é o IAF da planta maior é a eficiência fotossintética dela, e assim, em sua fase inicial de crescimento, até os 200 DAC ela vai estar convertendo sua energia em formação de folhas novas e crescimento em



altura, depois disso ela vai converter sua energia em acúmulo de sacarose no colmo. O comportamento das curvas de incremento foi muito semelhante para as cultivares estudadas, mostrando que as cultivares apresentam uma mesma tendência de evolução da elongação do colmo no ciclo de cana-soca.

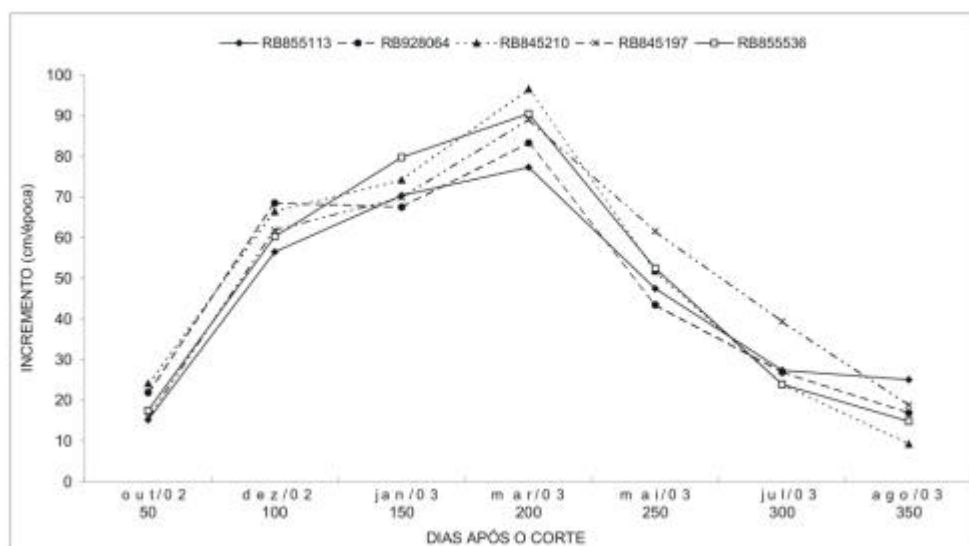


Figura 17 - Incremento de crescimento, de cinco cultivares de Cana-de-Açúcar, em primeira soca, sete épocas de amostragem. Análise não destrutiva. Estação Experimental de Paranaíba, SCA - UFPR, 2002/2003.

#### 4.2.2 PRODUÇÃO

##### 4.2.2.1 Tonelada de Colmos por Hectare - TCH

Na Figura 18, observa-se valores de TCH calculados a partir dos dados de massa fresca de colmo das cultivares estudadas, que estão representados pelas colunas verdes, e valores calculados pela fórmula proposta por Martins e Landell (1995), em função do diâmetro médio da base do colmo, estatura e número de colmos por metro linear das cultivares estudadas, que estão representados pelas colunas laranjadas. A partir destes resultados, pode-se observar que, mesmo com valores um pouco diferentes, as cultivares apresentaram a mesma tendência tanto nos valores calculados pelas massas, que é a metodologia usualmente empregada para o cálculo de TCH, e pelos valores calculados pela fórmula, que serve para se obter uma estimativa de TCH, que neste estudo, ficaram bem próximas.

A cultivar RB845210 foi a que teve maior produtividade em relação às demais, não apresentando diferença estatística entre as demais cultivares para os valores calculados

pela fórmula. Para os valores calculados pela massa de colmo, as três cultivares que se apresentaram superiores as demais foram a RB928064, RB845210 e RB845197 não apresentando diferença estatística entre si. Comparando a produtividade calculada pela massa do colmo, das cultivares estudadas neste trabalho, com outras estudadas por outros autores, como Silva et. al. (1999); Maule, Mazza e Martha (2001) e Dalri (2001), estas estão bem abaixo das encontradas por eles. Os resultados da análise de variância encontram-se no Anexo 5.

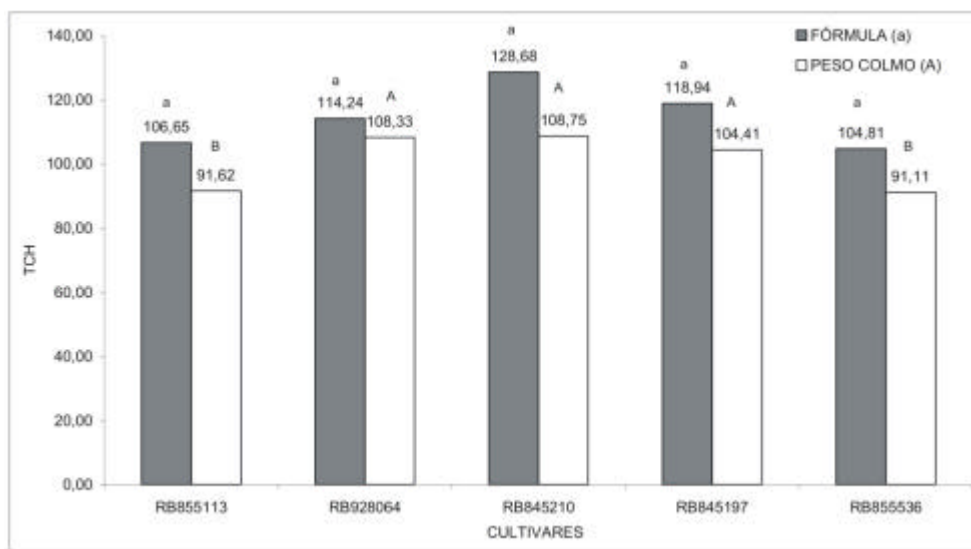


Figura 18 - Toneladas de colmo por hectare, de cinco cultivares de Cana-de-Açúcar, em primeira soca, sete épocas de amostragem. Análise não destrutiva. Estação Experimental de Paranavaí, SCA - UFPR, 2002/2003.

## 5. COMPARAÇÃO ENTRE METODOS - ANÁLISE DESTRUTIVA E ANÁLISE NÃO DESTRUTIVA

A primeira consideração a ser feita é que com a metodologia não destrutiva não pode ser realizada a análise de crescimento, ou seja, índices como taxa de crescimento relativo, taxa de assimilação líquida entre outros não podem ser observados, já que para obtê-los é necessário área foliar e massa seca da planta, precisando então realizar a coleta das mesmas do campo, porém se para a realização do estudo de uma comunidade vegetal, for dispensável a observação destes índices, a metodologia não destrutiva, pode ser uma ótima ferramenta de trabalho, pois ela é mais rápida já que não são retiradas as plantas do campo e pode ser realizada em lavouras comerciais já que não se perdem plantas.

Observando as figuras 12 e 18 pode-se ter uma estimativa de produção de TCH sem o corte das plantas, que no presente estudo ficou muito próxima daquela encontrada pela metodologia usualmente empregada para esses dados.

Com a metodologia não destrutiva obtêm-se dados reais de crescimento e evolução como evolução do diâmetro, estatura, número de folhas verdes, entre outras e com ela pode-se obter o incremento de crescimento real, ou seja, quando a planta cresce num determinado período de tempo, o que não é possível com a análise destrutiva, com ela tem-se uma estimativa desses dados pois não são coletados dados da mesma planta em todas as épocas de amostragem, podendo-se ter resultados diferentes devido a possíveis erros de amostragem, à população heterogênea, entre outros fatores.

Mesmo com valores um pouco diferentes, a tendência de crescimento foi muito semelhante nas duas metodologias, pôde-se observar que para diâmetro de colmo e estatura de planta, na análise não destrutiva os valores iniciais são maiores do que os encontrados na análise destrutiva devido ao fato que as plantas avaliadas naquele método são somente os perfilhos primários, que são aqueles que são mais vigorosos no início do crescimento pois são os que brotam primeiro não tendo competição com outros perfilhos por luz e espaço aéreo, mas com o decorrer do ciclo essas diferenças desaparecem pois outros perfilhos vão se formando e conseguindo alcançar o vigor dos primários. Esses dados podem ser observados nas tabelas 04 e 09 para o diâmetro e 05 e 10 para estatura de planta.

## 6. CONCLUSÕES

As cultivares estudadas apresentaram a mesma tendência de crescimento e desenvolvimento como podem ser observados nos seguintes índices de crescimento: Taxa de assimilação líquida (TAL), Razão de área foliar (RAF), Taxa de crescimento relativo (TCR) e Área foliar específica (AFE) e distribuição da massa seca e perfilhamento, para análise destrutiva de plantas, e número de folhas verdes por planta, índice de área foliar, diâmetro de colmo, estatura e produção de toneladas de colmos por hectare (TCH) para as análises destrutiva e não destrutiva, e ainda o incremento de crescimento na análise não destrutiva.

O período de maior crescimento vegetativo, observado pela estatura de planta, ocorreu entre os 150 e 250 DAC com um crescimento médio entre as cultivares estudadas de 1,5 cm/dia.

O intenso perfilhamento durante a fase inicial de crescimento, não interfere na formação de novas folhas nem no índice de área foliar, porém, influencia de maneira negativa no acúmulo de massa seca total.

Quanto aos índices fisiológicos da análise de crescimento, pode-se formar três grupos de comportamento das cultivares estudadas: 1º) RB855536 e RB845197; 2º) RB845210 e RB928064 e 3º) RB855113.

Os dois métodos de coleta de dados são eficazes para a obtenção de dados precisos para a compreensão do ciclo da cultura da Cana-de-Açúcar, sendo que no método não destrutivo, não é possível a realização da análise de crescimento, porém é possível acompanhar a real evolução de crescimento da cultura, ocupa menos mão de obra e menor tempo de execução do trabalho e pode ser aplicado em plantios comerciais pois não é necessária a retirada de plantas. No entanto, a decisão de usar o não destrutivo ou destrutivo, cabe a quem for desenvolver o estudo de qualquer comunidade vegetal dependendo dos recursos disponíveis e dos dados que se quer obter.

## 7. REFERÊNCIAS

1. AGUIAR NETTO, A.O.; RODRIGUES, J.D.; NASCIMENTO JÚNIOR, N.A. Análise de crescimento na cultura da batata (*Solanum tuberosum ssp Tuberosum*) submetida a diferentes lâminas de irrigação: razão tubérculo- parte aérea, área foliar específica, razão de área foliar e razão de massa foliar. **Irriga**, Botucatu, v.4, n.1 p.13-24, 1999.
2. ALVAREZ, I.A; CASTRO, P.R.C. Crescimento da parte aérea de cana crua e queimada. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.56, n.4, p.1069-1079, 1999. (Suplemento)
3. ALVAREZ, I.A; CASTRO, P.R.C.; NOGUEIRA, M.C.S. Crescimento de raízes de cana crua e queimada em dois ciclos.. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.57, n.4, p.653-659, 2000.
4. ARIZONO, H.; GHELLER, A.C.A.; MASSUDA, Y.; HOFMANN, H.P.; BASSINELLO, A.I.; MATSUOKA, S.; GIGLIOT, E.A.; MENEZES, L.L. **Guia das principais cultivares de cana-de-açúcar RB 2002**. Araras: UFSCar, 2002, 16p.
5. BENINCASA, M.M.P. **Análise de crescimento de plantas: noções básicas**. Jaboticabal: Funep, 1988. 42p.
6. BRZESOWSKY, W.J. Factor affecting sugarcane: 2: Crop growth rate. **Agriculture International**, v.38, n.1, p.30-35, 1986.
7. CAMARGO, P.N. **Fisiologia da cana-de-açúcar**. Piracicaba: ESALQ, 1968. 38p.
8. CASAGRANDE, A.A. **Tópicos de morfologia e fisiologia da cana-de-açúcar**. Jaboticabal: FUNEP, 1991. 157p.
9. CLEMENTS, H.F. **Sugar cane crop logging and crop control: principles and practices**. Hawaii: The University Press of Hawaii, 1980. 520p.
10. CHANG, J. Climate and agriculture: an ecological survey. Chicago: Aldine, 1968. 304p.
11. COCK, J.H. Sugarcane growth and development. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE FISILOGIA DA CANA-DE-AÇÚCAR, 2000, PIRACICABA. **Anais...**Piracicaba, STAB, 2001. 1 CD-ROM.
12. COSTA, L.C.; MORISON, J.; DENNETT, M. Effects of the weather on growth and radiation intercepted by Faba bean. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.32, n.3, p. 277-281, 1997.
13. CHRISTOFFOLETI, P.J. **Aspectos fisiológicos da brotação, perfilhamento e florescimento da cana-de-açúcar**. Piracicaba, ESALQ, 1986. 80p.

14. DALRI, A.B. **Efeito da frequência de irrigação subsuperficial por gotejamento no desenvolvimento inicial da cultura da Cana-de-açúcar (*Saccharum spp*)**, Botucatu, 2001, 83p. (Dissertação de Mestrado).
15. DILLEWIJN, C.Van. **Botany of Sugarcane**. Waltham: The Chronica Botanica, 1952. 371p.
16. EMBRAPA - Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ.) **Sistema brasileiro de classificação de solos**. - Brasília: Embrapa Produções de Informações; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999, 412p.
17. FRANCIS, C.A.; RUTGER, J.N.; PLAMER, A.F.E. A rapid method for plant leaf area estimation in maize (*Zea mays* L.). **Crop Science**, v.9, p.537-539, 1969.
18. HERMANN, E.R.; CÂMARA, G.M.S. Um método simples para estimar a área foliar de cana-de-açúcar. **Stab. Açúcar, Álcool & Subprodutos**, v.17, n.5, p.32-34, 1999
19. INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. **Cartas Climáticas do Estado do Paraná 1994**. Londrina, 1994, 49p. (IAPAR. Documento, 18).
20. IRVINE, J.E. Sugarcane. In: SYMPOSIUM ON POTENTIAL PRODUCTIVITY OF FIELD CROPS UNDER DIFFERENT ENVIROMENTS. International Rice Research Institute, Los Baños, Philippines, 1983. **Proceedings**. Los Baños: IRRI, p.361-381, 1983.
21. IRVINE, J.E.; BENDA, G.T.A. Sugarcane spacing. II. Effects of inter and intrarow spacing on the plant. In: CONGRESS OF THE INTERNATIONAL SOCIETY OF SUGAR CANE TECHNOLOGISTS, 17., Manila, 1980. **Proceedings...** Manila, p.357-375, 1980.
22. GASCHO, G.J., SHIH, S.F. Sugarcane. In: TEARE, I.D., PEET, M.M. **Crop-water relations**. New York: John Wiley, Cap. 14, p.445-479, 1983.
23. GAVA, G.J.C.; TRIVELIN, P. C.; OLIVEIRA, M. W.; PENATTI, C. P. Crescimento e acúmulo de nitrogênio em cana-de-açúcar cultivada em solo coberto com palhada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n.11, p.1347-1354, 2001.
24. GLASZIOU, K.T.; BULL, T.A.; HATCH, M.D.; WHITEMAN, P.C. Physiology of sugar cane. VII. Effects of temperature, photoperiod duration, and diurnal and seasonal temperature changes on growth and ripening. **Australian Journal of Biological Sciences**, East Melbourne, v.18, p.53-66, 1965.

25. GOMIDE, C. A. M.; GOMIDE, J. A. Análise de Crescimento de Cultivares de *Panicum maximum* Jacq. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.28, n.4, p.675-680, 1999.
26. GOMIDE, C. A. M.; GOMIDE, J. A. Morfogênese e análise de crescimento de cultivares de *Panicum maximum*. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 33. 1996. Fortaleza **Anais...** Fortaleza: SBZ, p. 403-405. 1996.
27. GOSNELL, J.M. Some effects of increasing age in sugarcane growth. In: CONGRESS OF THE INTERNATIONAL SOCIETY OF SUGAR CANE TECHNOLOGISTS, 13., 1968, Taipei. **Proceedings...** Amesterdam: Elsevier, v.13, p.499-513. 1969.
28. JAMES, N.I. Yeld components in ramdom and selected sugarcane populations. **Crop Science**, v.11, p.906-908, 1971.
29. LEME, E.J.A.; MANIERO, M.A.; GUIDOLIN, J.C. Estimativa da área foliar da cana-de-açúcar e sua relação com a produtividade. **Cadernos PLANALSUCAR**, v.3, n.2, p.3-22, 1984.
30. MACHADO, E.C. **Um modelo matemático-fisiológico para simular o acúmulo de massa seca na cultura de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*)**. Campinas, 1981, 115p. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Biologia/ UNICAMP.
31. MACHADO, E.C. Fisiologia de produção de cana-de-açúcar. In: PARANHOS, S.B. (Coord.) **Cana-de-açúcar: cultivo e utilização**. Campinas, Fundação Cargill, v.1, cap.1, p.56-87, 1987.
32. MACHADO, E.C.; PEREIRA, A.R.; FAHL, J.I.; ARRUDA, J.V.; CIONE, J. Índices biométricos de duas cultivares de cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.17, n.9, p1323-1329, 1982.
33. MACHADO, E.C.; SANTOS, B.G.; PAES CAMARGO, M.B.; BARBIERI, V.; MAGALHÃES, A.C.N. Análise de crescimento de duas cultivares de cana-de-açúcar com e sem irrigação. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE LATINO-AMERICANA DE FISILOGIA VEGETAL, 9., 1983, Viçosa. **Resumos...** Viçosa, UFRV, 1983. 42p.
34. MAGALHÃES, N.C.A. Análise quantitativa do crescimento. In: FERRI, G.M. **Fisiologia Vegetal**, 2 ed. São Paulo: EPU, v.1, p.251-279, 1985.

35. MALAVOLTA, E.; HAAG, H.P.; MELLO, F.A.F.; BRASIL SOBRINHO, M.O.C. **Nutrição mineral de algumas culturas tropicais**. São Paulo: Livraria Pioneira; EDUSP, 1967. 251p.
36. MARIOTTI, J.A. Associations among yield and quality components in sugarcane hybrid progênies. In: CONGRESS OF THE INTERNATIONAL SOCIETY OF SUGAR CANE TECHNOLOGISTS, 14, New Orleans, 1971. **Proceedings**. New Orleans: ISSCT, p. 177-184, 1971.
37. MARTINS, L.M., LANDELL, M.G. de A. **Conceitos e critérios para avaliação experimental em cana-de-açúcar utilizados no Programa Cana IAC**. Pindorama: s.n., 1995. 45p.
38. MATSUOKA, S. Botânica e ecofisiologia da cana-de-açúcar. Apostila: **Curso de Qualificação em Plantas Industriais – Cana-de-açúcar**, São Paulo, 1996. 93p.
39. MAULE, R.F.; MAZZA, J.A.; MARTHA JR., G.B. Produtividade agrícola de cultivares de cana-de-açúcar em diferentes solos e época de colheita. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.58, n.2, p.295-301, 2001.
40. MILTHORPE, F. L.; MOORBY, J. **An introduction to crop physiology**. Crambridge, Grã-Bretanha: Cambridge University, 1974. 201p.
41. OLIVEIRA, R. A. **Análise de crescimento em três cultivares de cana-de-açúcar no Estado do Paraná**. Curitiba, UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ, 2004. 65p. (Dissertação de Mestrado).
42. PARSONS, A.; LEAFE, E. L.; COLLETT, B. The physiology of grass production under grazing. II - Photosynthesis. Crop growth an animal intake of continuous grazed sward. **J. Appl. Ecology**, v.20,n.1,p.127-139. 1983.
43. PEREIRA, A.R.;MACHADO, E.C. Um simulador dinâmico do crescimento de uma cultura de cana-de-açúcar. **Bragantia**, v.45, n.1, p.107-122, 1986.
44. PEREIRA, A.R.;MACHADO, E.C. **Análise quantitativa do crescimento de comunidade de vegetais**. Campinas: Instituto Agrônômico, 1987. 33p. (IAC - Boletim Técnico).
45. PLANALSUCAR. **Cultura da cana-de-açúcar**: manual de orientação. Piracicaba: IAA, Coordenadoria Regional Sul, 1986. 56p.



46. PRADO, A.P.A. **Perfilhamento e produção da cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) em função da densidade de plantio**. Piracicaba, 1988,69p. (Dissertação de Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
47. POORTER, H. Interspecific variation in relative growth rate: on ecological causes and physiological consequences. In: Lambers, H. et. al. Causes and consequences of variation in growth rate and productivity of higher plants. H.ague: Netherlands, p.45-67, 1989
48. PORTES, T.A.; CASTRO JÚNIOR, L.G. Análise de crescimento de plantas: um programa computacional auxiliar. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Brasília, v.3, p. 53-56, 1991.
49. RADFORD, P.J. Growth analysis formulase – their use and abuse, **Crop Science**, Madison, v.7, n.3, p.171-175, 1967.
50. ROCHA, A.M.C. **Emergência, perfilhamento e produção de colmos da cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) em função das épocas de plantio no estado de São Paulo**. Piracicaba, 1984. 154p. (Dissertação de Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
51. RODRIGUES, J.D. **Análise de crescimento de plantas de soja (*Glycine max* . L. Merrill) submetidas à carências nutricionais**. Rio Claro, 1982. 165p. (Dissertação de Mestrado).
52. RODRIGUES, J.D. Influencia de diferentes níveis de cálcio, sobre o desenvolvimento de plantas de estilosantes (*Stylosanthes guyanensis* (Aubl). SW. cv. Cook), em cultivo hidropônico, Botucatu; UNESP. FCA. 1990, 180p. (Tese de Livre Docência).
53. RODRIGUES, J.D.; ANDRADE, F.H.; GOUDRIAAN, J. Effects of phosphorus nutrition on tiller emergence in wheat. **Plant and Soil**, v.209, p.283-295, 1999.
54. ROSSETTO, C.A.V.; NAKAGAWA, J. Índices da análise de crescimento em função das condições de cultivo de Aveia preta (*Avena stigosa* Scher). **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v.76, fase 2, 2001.

55. SAN JOSE, J.J.; MEDINA, E. Análisis de la productividad de caña de azúcar. I. Crecimiento, desarrollo de la superficie foliar y contenido de clorofila de caña de azúcar 'PR 980'. **Turrialba**, San. Jose, v.20, p.143-148, 1970.
56. SILVA, F.C.; BERGAMASCO, A.F.; VENDITE, L.L.; CESAR, M.A.; SILVA, A.F.S. **Modelo de crescimento da Cana-de-açúcar sob adubação de composto de lixo orgânico**. Campinas, 2001, 4p. (EMBRAPA - Comunicado Técnico).
57. SILVA, M.A.; CAMPANHA, M.P.; LANDELL, M.G.A.; ZIMBACK, L.; FIGUEIREDO, P. Avaliação de clones de híbridos IAC de Cana-de-açúcar, série 1985, na região de Jaú (SP). **Bragantia**, Campinas, v.58, n.2, p. 295-301, 2001.
58. SILVEIRA, J.A.G. **Integração entre assimilação de nitrogênio e o crescimento de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) cultivada em condições de campo**. Piracicaba, 1985. 152p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
59. SOUSA, J.A.G.C. **Efeito da tensão da água do solo na cultura da cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*)**. Limeira, Universidade Estadual de Campinas, 1976, 163p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"
60. STEVENSON, G.C. **Genetics and breeding of sugar cane**. London: Longmans, 1965. 284p.
61. TERUEL, D.A.; BARBIERI, V.; FERRARO Jr., L.A. Sugarcane leaf area index modeling under different soil water conditions. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.54, número especial, p.39-44, 1997.
62. TOKESHI, H. Perfilhamento e perdas pelo carvão da cana-de-açúcar. **STAB**, Piracicaba, v.4, n.5, p.34-44, 1986.
63. WALDRON, J.C.; GLASZIOU, K.T.; BULL, T.A. The physiology of sugar cane. IX. Factors affecting photosynthesis and sugar storage. **Australian Journal of Biological Sciences**, East Melbourne, v.20, p.1043-1052, 1967.
64. WILSON, G. L. ; LUDLOW. M. M. Net photosynthesis rates of tropical grass and legume leaves. In: NORMAN, M. J. T. (Ed.) Int. Grassland Congress, 11, 1970. Surfers Paradise Queensland. **Proceedings...** Austrália: CSIRO. p. 534-538. 1970.
65. WOLEDGE, J. The effect of shading during vegetative and reproductive growth on photosynthetic capacity of leaves in a grass sward. **Annals of Botany**, v.42, n.181,p.1085-1089. 1978.
66. WOLEDGE, J.; LEAFE, E. L. Single leaf and canopy photosynthesis in a ryegrass sward. **Annals of Botany**. v.40, n.68, p.773-783. 1976.

67. YOON, C.N. Growth studies on sugarcane: I. Dry matter production. **The Malaysian Agricultural Journal**, Kuala Lumpur, v.48, n.2, p. 47-59, 1971.

## **ANEXOS**

ANEXO 01 - Resultados da análise de variância para o Número de folhas verdes por planta, Índice de área foliar (IAF), Estatura de planta, Diâmetro de colmo e Número de perfilhos por metro linear, de cinco cultivares de Cana-de-Açúcar em sete épocas de amostragem. Análise destrutiva. Estação Experimental de Paranaíba, SCA – UFPR, 2002/2003.

FONTE DE VARIAÇÃO	GL	QUADRADO MÉDIO				
		Folhas Verdes	IAF	Estatura	Diâmetro	Perfilhamento
Repetição	2	1,214*	0,419 <sup>ns</sup>	437,299*	0,008**	4,724 <sup>ns</sup>
Épocas	6	43,694**	46,014**	192228,520**	3,406**	360,886**
Erro Experimental	12	0,223	0,347	65,307	0,029	2,457
Cultivares	4	2,861**	0,850*	891,435**	0,264**	57,786**
Épocas x Cultivares	24	1,329**	1,619**	369,574**	0,061**	42,386**
Erro Experimental	56	0,253	0,256	124,867	0,024	7,007
TOTAL	104					
Teste de Bartlett - $\chi^2$		36,701	37,95	45,993	43,881	46,395
Coeficiente de Variação %		7,9	12,6	5,98	6,78	18,82

<sup>ns</sup> – não significativo a 5% de probabilidade.

\*\* - significativo ao nível de 1% de probabilidade.

\* - Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

GL - Graus de Liberdade.

ANEXO 02 - Resultados da análise de variância para o Massa seca de folha + bainha, Massa seca de colmo e Massa seca total por planta, de cinco cultivares de Cana-de-Açúcar em sete épocas de amostragem. Análise destrutiva. Estação Experimental de Paranavaí, SCA – UFPR, 2002/2003.

FONTE DE VARIAÇÃO	GL	QUADRADO MÉDIO		
		Massa de folha + bainha	Massa de colmo	Massa total
Repetição	2	148,456**	825,660**	1024,924**
Épocas	6	34669,749**	392355,123*	629814,524**
Erro Experimental	12	135,229	1558,693	2402,605
Cultivares	4	241,802 <sup>ns</sup>	3284,408*	4273,488*
Épocas x Cultivares	24	227,713*	1851,672*	369,574**
Erro Experimental	56	109,711	931,942	2929,228
TOTAL	104			
Teste de Bartlett - $\chi^2$		44,187	45,198	45,993
Coeficiente de Variação %		13,88	16,42	14,64

<sup>ns</sup> – não significativo a 5% de probabilidade.

\*\* - significativo ao nível de 1% de probabilidade.

\* - Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

GL - Graus de Liberdade.

ANEXO 03 - Resultados da análise de variância para Toneladas de colmo por hectare (TCH) pelo peso real da planta e calculado por fórmula, de cinco cultivares de Cana-de-Açúcar em sete épocas de amostragem. Análise destrutiva. Estação Experimental de Paranaíba, SCA – UFPR, 2002/2003.

FONTE DE VARIAÇÃO	GL	QUADRADO MÉDIO	
		TCH (peso)	TCH (fórmula)
Cultivares	4	1066,374**	688,563**
Erro Experimental	10	64,322	12,200
TOTAL	14		
Teste de Bartlett - $\chi^2$		5,67	1,010
Coeficiente de Variação %		7,75	3,04

<sup>ns</sup> – não significativo a 5% de probabilidade.

\*\* - significativo ao nível de 1% de probabilidade.

\* - Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

GL - Graus de Liberdade.

ANEXO 04 - Resultados da análise de variância para o Número de folhas verdes por planta, Índice de área foliar (IAF), Estatura de planta, Diâmetro de colmo e Incremento de crescimento, de cinco cultivares de Cana-de-Açúcar em sete épocas de amostragem. Análise não destrutiva. Estação Experimental de Paranavaí, SCA – UFPR, 2002/2003.

FONTE DE VARIAÇÃO	GL	QUADRADO MÉDIO				
		Folhas Verdes	IAF	Estatura	Diâmetro	Incremento
Repetição	2	1,429**	1,100**	472,527**	0,063 <sup>ns</sup>	28,467 <sup>ns</sup>
Épocas	6	11,095**	25,937**	177318,338**	1,791**	11532,555**
Erro Experimental	12	0,119	0,162	69,109	0,047	22,906
Cultivares	4	6,505**	5,259**	1503,987**	0,095 <sup>ns</sup>	118,966**
Épocas x Cultivares	24	1,613**	0,742**	330,587**	0,090 <sup>ns</sup>	88,791**
Erro Experimental	56	0,254	0,164	67,157	0,057	17,838
TOTAL	104					
Teste de Bartlett - $\chi^2$		45,737	41,717	46,505	43,280	46,129
Coeficiente de Variação %		7,25	11,15	4,14	9,23	8,85

<sup>ns</sup> – não significativo a 5% de probabilidade.

\*\* - significativo ao nível de 1% de probabilidade.

\* - Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

GL - Graus de Liberdade.



ANEXO 05 - Resultados da análise de variância para Toneladas de colmo por hectare (TCH) pelo peso real da planta e calculado por fórmula, de cinco cultivares de Cana-de-Açúcar em sete épocas de amostragem. Análise não destrutiva. Estação Experimental de Paranavaí, SCA – UFPR, 2002/2003.

FONTE DE VARIAÇÃO	GL	QUADRADO MÉDIO	
		TCH (peso)	TCH (fórmula)
Cultivares	4	233,500**	267,923 <sup>ns</sup>
Erro Experimental	10	21,862	85,737
TOTAL	14		
Teste de Bartlett - $\chi^2$		2,749	6,142
Coeficiente de Variação %		4,64	8,04

<sup>ns</sup> – não significativo a 5% de probabilidade.

\*\* - significativo ao nível de 1% de probabilidade.

\* - Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

GL - Graus de Liberdade.